

**MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA DO AMBIENTE 2014/2015**

## **Gestão de Resíduos Sólidos na Continental: Melhoria de Práticas e de Processos**

**Isabel Sofia Pereira Castro**

Dissertação submetida para obtenção do grau de

**MESTRE EM ENGENHARIA DO AMBIENTE**

**Presidente do Júri:** Manuel Fernando Ribeiro Pereira

(Professor Associado do Departamento de Engenharia Química da Faculdade de Engenharia da  
Universidade do Porto)

---

**Orientador Académico:** Joana Maia Moreira Dias

(Professora Auxiliar Convidada do Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais da  
Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto)

**Coorientador Académico:** Carlos Alberto Silva Ribeiro

(Professor Associado do Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais da Faculdade de  
Engenharia da Universidade do Porto)

**Orientador empresarial:** Sofia Margarida Leitão de Freitas

(Chefe do departamento de processos e produto da Direção de Qualidade da Continental Mabor)

**Coorientador empresarial:** Daniel Constantino Gomes Machado

(Coordenador de processos (Preparação a Frio) da Direção de Qualidade da Continental Mabor)

(Porto, julho de 2015)



## **Agradecimentos**

A concretização desta dissertação foi possível graças à ajuda incondicional de várias pessoas que gostaria de enumerar.

À Prof.<sup>a</sup> Joana Dias por toda a orientação prestada durante a realização da mesma, considerando todas as sugestões e todo o acompanhamento dado.

À Eng.<sup>a</sup> Sofia Freitas e ao Dr. Daniel Machado por todo o acompanhamento durante a realização da dissertação na Continental, bem como todo o apoio incondicional e todos os conselhos dados.

A todos os colaboradores da Continental Mabor, em particular à equipa de engenheiros com quem trabalhei diretamente, bem como os operadores que me receberam e integraram ao longo do desenvolvimento da dissertação e por toda a ajuda e sugestões dadas no decorrer da mesma.

A todos os colaboradores do Departamento de Qualidade por todo o carinho e apoio dado durante a realização da dissertação.

À minha família, em particular aos meus pais e à minha irmã, por todo o apoio dado ao longo destes meses.

Aos estagiários Ana, Luís e Cristiana que me acompanharam durante a realização da dissertação, por todo o ânimo e apoio que me deram.

Aos meus amigos de sempre, aos que partilharam comigo ao longo dos cinco anos este percurso académico, aos que viveram comigo durante o percurso académico. Em particular, ao João, à Joana e ao Miguel por toda a ajuda e apoio dado durante a realização da dissertação.



## Resumo

A indústria de produção de pneus tem vindo a crescer significativamente ao longo dos anos, muito devido ao desenvolvimento da indústria automóvel. Assim, a geração de resíduos e a sua correta gestão tem sido cada vez mais uma preocupação para os produtores de pneus. O principal objetivo da presente dissertação foi a redução da produção de resíduos na Continental Mabor, propondo-se alternativas de melhoria de processos e práticas existentes, bem como alternativas de gestão dos resíduos.

Para tal, foi efetuada uma análise ao sistema de gestão de resíduos na empresa, identificando os resíduos gerados, bem como as suas quantidades, destino final e custo. Foi ainda tido em conta o fluxo do processo produtivo, de modo a identificar as fases onde determinados resíduos são mais suscetíveis de serem produzidos.

Após a identificação dos dois resíduos considerados como mais críticos (tela metálica e pneus rejeitados) foi realizada uma análise relativamente à sua gestão atual, realizando um estudo mais aprofundado sobre as etapas do processo onde estes são gerados e identificando, para a tela metálica, a etapa sobre a qual deveria ser realizado um estudo prático com o objetivo de se reduzir a sua produção. Para além disto, foi realizada uma análise no que concerne à gestão dos resíduos de tela metálica e de pneus rejeitados, com vista à proposta de alternativas mais eficientes, considerando a sua composição.

Perante os resultados obtidos, foi identificada a máquina de corte de tela metálica, a F03, que deveria servir como objeto de estudo para as propostas de melhoria. De seguida, foi acompanhado de perto o processo e identificadas diversas medidas de melhoria, desenvolvendo-se assim um plano de ações. Das medidas propostas apenas duas foram testadas, tendo em consideração o seu potencial de aplicação na empresa: i) definição de critérios da ordem de corte; e ii) definição de um método de trabalho. A implementação das medidas propostas permitiu uma redução de resíduos gerados por “setup” de 12,5%, o que corresponde a uma redução da geração de resíduos, de tela metálica, de 6%, (45 100 €/ano tendo em conta valores de 2014). No que toca à máquina de recuperação de cortes, aplicando um controlo mais rigoroso e um novo método de transporte, verifica-se que é possível diminuir a geração de resíduos em 2,4%, correspondendo isto a uma poupança de 20 400 €/ano; com estas medidas a recuperação de cortes aumenta de 18,5% para 42,8%.

No que diz respeito à gestão de resíduos de tela metálica, foram consideradas duas soluções: aquisição de uma máquina ou envio de tela para uma empresa externa. Os resultados mostraram que apenas a segunda opção é viável, não apresentando qualquer custo para a Continental Mabor, permitindo assim uma poupança de 76,5 €/t de resíduos de tela metálica gerados.

Para a gestão de resíduos de pneus rejeitados foram contactadas diversas empresas, verificando-se que, embora em termos ambientais e de gestão de resíduos possa ser melhor opção, em termos económicos a valorização material não compensa à empresa.

Palavras – chave: Gestão de resíduos; otimização de processos; tela metálica; pneus rejeitados.

## Abstract

The industry of tire manufacturing has been growing over the years, largely due to the development of the automotive industry. Thus, the generation of waste and its proper management has been a greater concern for tire producers. The main objective of this dissertation was the reduction of the production of waste in Continental Mabor, proposing alternatives for improvement of existing practices, as well as waste management alternatives.

To do this, an analysis of the waste management system in the company was made, including the identification of the waste generated as well as their amounts, final destination and cost. It was taken into account the flow of the production process, in order to identify phases in which certain waste types are more likely to be produced.

After identifying the two wastes considered as the most critical (steel belt and scrap tires), an analysis was performed relative to their current management. A deeper study was conducted on the process steps where they are generated, identifying, for the steel belt, the step over which a practical study should be performed, aiming to reduce the production of such wastes. In addition, an analysis concerning the management of steel belt wastes and scrap tires was carried out in order to propose more efficient alternatives, considering their composition.

In view of the results obtained, the steel belt cutting machine that should serve as an object of study for proposals for improvement was identified, being the F03. Then the process was closely monitored where a number of improvement measures were identified, thus, an action plan was established. Of these, only two measures were tested, taking into account their potential application in the company: i) criteria for defining the cut order; and ii) the definition of a working method. The implementation of the proposed measures allowed a reduction of 12.5% of waste generated by "setup", which corresponds to a reduction of steel belt waste generation by 6%, (45 100 €/year taking account 2014 values). In what concerns the cuts at the recovery machine, by applying a stricter control and a new method of transport, it is found to be possible the reduction of waste generation by 2.4%, this corresponding to a saving of 20 400 €/year. In this sense, the recovery of cuts increases from 18.5% to 42.8%.

Taking into account the management of steel belt waste, two solutions were considered: buying a machine or sending the steel belt to an outside company. The results showed that only the second option was feasible, with no cost to Continental Mabor and enabling savings of 76.5 €/t of steel belt waste generated.

To improve the waste management of scrap tires, several companies were contacted; it was verified that, although in terms of environmental and waste management practices, material recovery could be best option, economically does not bring benefits to the company.

**Keywords:** waste management; process optimization; steel belt; scrap tires.

## Índice

1.	Introdução .....	1
1.1.	Enquadramento .....	1
1.2.	Objetivos .....	2
1.3.	Estrutura da dissertação .....	3
2.	Caracterização da Continental Mabor .....	5
2.1	A Continental Mabor e o Grupo Continental .....	5
2.2	Processo Produtivo .....	6
3.	Setor de produção de pneus .....	11
3.1	Contexto industrial .....	11
3.2	Valorização dos resíduos da produção de pneus .....	12
3.2.1	Componentes de pneus .....	12
3.2.2	Pneus usados .....	13
4.	Gestão de Resíduos na Continental Mabor .....	17
4.1	Aspetos legais da gestão de resíduos aplicáveis à empresa .....	17
4.2.	Tipologias de Resíduos produzidos na Continental Mabor .....	20
4.3	Metodologias de Gestão de Resíduos na Continental .....	24
4.4	Avaliação do Sistema de Gestão de Resíduos da Continental Mabor .....	28
4.4.1	Fluxos do processo e pontos de recolha de resíduos .....	28
4.4.2	Central de triagem de resíduos .....	32
4.4.3	Quantidades produzidas e destino final .....	35
5.	Estudo da gestão atual dos resíduos identificados como críticos .....	42
5.1	Tela metálica .....	43
5.2	Pneus rejeitados .....	48
6.	Propostas de melhoria .....	50
6.1	Tela metálica .....	50
6.1.1	Prevenção de geração de resíduos .....	50
6.1.2	Gestão dos resíduos de tela metálica .....	58
6.2	Pneus rejeitados .....	60
7.	Conclusões .....	64

8. Trabalhos futuros .....	67
9. Referências.....	69
Anexo A – Plano de ações para a redução da geração de resíduos nas máquinas de corte de tela metálica .....	71
Anexo B – Excertos do método de trabalho elaborado para a máquina de corte de tela metálica (F03)....	73



## Índice de Tabelas

Tabela 1 - Resíduos produzidos na Continental e operação de gestão associada (2012-2014) [25].....	22
Tabela 2 - Identificação das entradas de materiais e saídas de produto e resíduos nas diferentes etapas do processo produtivo .....	29
Tabela 3 – Percentagem mássica dos diferentes resíduos no total produzido, nos últimos 3 anos. ....	35
Tabela 4 - Operadores responsáveis pela gestão dos resíduos produzidos na Continental.....	38
Tabela 5 - Percentagem COP dos resíduos do processo produtivo.....	40
Tabela 6 - Peso médio de resíduos formados em cada "setup" com e sem critérios aplicados.....	56
Tabela 7 - Empresas contactadas para gestão de pneus rejeitados.....	61
Tabela 8 - Cotação da gestão dos pneus rejeitados por três empresas e custo do transporte .....	62

## Índice de Figuras

Figura 1 - Vista aérea da Continental Mabor [11] .....	5
Figura 2 - Componentes de um pneu [11].....	6
Figura 3 - Fluxograma do processo produtivo [12] .....	8
Figura 4 - Diagrama de gantt relativo ao planeamento da dissertação.....	21
Figura 5 - Tottes (à esquerda) e bidões metálicos (à direita) .....	25
Figura 6 - Esquema dos passos a seguir na pesagem de viaturas e cargas [27]. .....	27
Figura 7 - Fluxo do processo produtivo e pontos de recolha dos resíduos produzidos diretamente pelo processo. ....	30
Figura 8 - Entrada da central de triagem de resíduos.....	32
Figura 9 - Esquema representativo da distribuição dos resíduos acondicionados/triados na central de triagem. ....	33
Figura 10 - Exemplos de placas identificadoras e organização da central de triagem. ....	33
Figura 11 – Contentor monobloco. ....	34
Figura 12- Distribuição percentual dos resíduos produzidos no processo produtivo .....	37
Figura 13 - Fluxo específico de geração de resíduos de tela metálica e pneus rejeitados.....	42
Figura 14 - Causas da geração de resíduos na máquina de corte de tela metálica e seu peso relativo, em 2014. ....	44
Figura 15 – Percentagem de resíduos de tela metálica por máquina tendo em conta a produção de resíduos de tela metálica. ....	45
Figura 16 – Percentagem de resíduos gerados por quantidade de produto produzido por máquina. ....	46
Figura 17 – Distribuição percentual das causas de geração de resíduos identificadas na recuperadora, em 2014. ....	47
Figura 18 – Peso dos diferentes tipos de setup na produção de resíduo de tela metálica, na máquina F03, no período de 24 de março a 30 abril.....	51
Figura 19 – Percentagem da geração de resíduos do corte de tela metálica, por equipa, na máquina F03.	52
Figura 20 – Linearidade entre diferença de largura de duas medidas consecutivas e resíduos gerados no setup, pelas diferentes equipas (corte de tela metálica, máquina F03). ....	55

## **Lista de Siglas e Abreviaturas**

DL – Decreto-Lei

LER – Lista Europeia de Resíduos

MS – Mercado de Substituição

SIRAPA – Sistema Integrado de Registo da Agência Portuguesa do Ambiente

ETARI – Estação de Tratamento das Águas Residuais Industriais

CMR – Contrato Internacional de Mercadoria por Estrada

COP – Custo de Produção

VAL – Valor Atual Líquido

TIR – Taxa Interna de Retorno



# 1. Introdução

## 1.1. Enquadramento

No Reino Unido, no século XVIII, surgiu a Revolução Industrial. Antes desta, pelo mundo inteiro grande parte da população vivia da agricultura, sendo que depois tal deixou de se verificar, passando as grandes cidades a serem industrializadas e as pessoas que aí viviam a depender dessa indústria. Tal aumento industrial e desenvolvimento levou a um aumento da produção de bens e produtos. Consequentemente, também levou a um aumento da poluição do ar, solo, água e geração de resíduos com características muito diferentes dos anteriormente produzidos, incluindo perigosos [1, 2].

Atualmente, os resíduos industriais são um dos problemas mais iminentes que a sociedade tem de resolver. Um resíduo industrial é, segundo o DL nº 73/2011, que altera e republica o DL 178/2006, “o resíduo gerado em processos produtivos industriais, bem como o que resulte das atividades de produção e distribuição de eletricidade, gás e água” [3].

Os resíduos, sendo resultado ou não de uma atividade industrial, têm sido um problema desde a Revolução Industrial, como já referido. O destino final dos resíduos representa um grande problema e um elevado custo em todo o mundo. Assim, os problemas relativamente ao destino final dos resíduos, bem como a sua redução através de tecnologias mais eficientes têm um grande enfoque atual, tanto a nível global como a nível local [4, 5].

Até meados dos anos 80, as decisões políticas e económicas centravam-se principalmente no processo produtivo, descartando o meio ambiente para segundo plano. Contudo, a partir dos anos 90 aumentou a perceção pública sobre a geração de resíduos e começaram a considerar-se novas políticas para a sua gestão passando a ser considerada a valorização. À medida que essas novas políticas foram sendo implementadas, foi também considerado aumentar a responsabilidade do produtor, na União Europeia, de modo a que fossem criados modelos que promovessem a redução da geração de resíduos e a sua correta gestão [1]. Segundo o DL 73/2011, a hierarquia da gestão de resíduos que deve ser seguida é em primeiro lugar a prevenção e redução; de seguida a preparação para a reutilização; em terceiro a reciclagem; em quarto outros tipos de valorização; e, no final, a eliminação [3].

No que toca a determinadas indústrias e os seus resíduos, constata-se que a produção de polímeros tem aumentado a cada ano que passa; contudo, dada a dificuldade que estes apresentam em se decomporem,

a correta gestão torna-se um problema para a sociedade do século XXI. No que concerne aos pneus verifica-se que estes são um produto muito complexo e heterogéneo. Os pneus de passageiros podem usar, em média, doze componentes diferentes enquanto os pneus de pesados cerca de vinte componentes diferentes. A produção de pneus envolve vulcanização da borracha, tornando impossível um reprocessamento direto dos pneus e resíduos da borracha vulcanizada, pelo que a gestão destes resíduos se apresenta como um problema premente [2, 6].

Estimou-se em 2012 que se produziam 1,4 biliões de pneus por ano no mundo, o que resulta na produção de cerca de 17 milhões de pneus usados todos os anos [6]. Contudo, os pneus usados podem ser considerados como subprodutos, podendo ser recauchutados, permitindo que sejam de novo usados como pneus. Por outro lado, os pneus rejeitados durante o seu processo produtivo não podem ser reutilizados como pneus, dado não cumprirem os requisitos para entrarem no mercado de venda.

Na União Europeia, devido às consequências negativas da deposição de pneus em aterro, esta foi proibida. Segundo o DL 183/2009, referente à deposição de resíduos em aterro, só são permitidos pneus usados em aterro quando estes servem como proteção para o aterro ou quando apresentem um diâmetro exterior superior a 1400 mm [7].

Em consequência, é necessário que se encontrem alternativas eficientes para o destino final dado aos pneus usados assim como dos resíduos da produção de pneus. De acordo com o decreto-lei nº 43/2004, de 2 de Março, que altera o DL nº 111/2001, de 6 de Abril, a gestão de pneus e dos pneus usados deve passar pela prevenção da produção dos resíduos, a recauchutagem, a reciclagem e restantes formas de valorização [5, 8-10].

O presente trabalho pretende estudar esta temática, no contexto empresarial da produção de pneus, na empresa Continental Mabor.

## **1.2. Objetivos**

A presente dissertação teve como objetivo principal a redução de resíduos da produção de pneus na Continental Mabor, por melhorias ou implementação de alternativas de gestão mais adequadas relacionadas com as atuais metodologias, práticas e processos.

Para tal, inicialmente realizou-se uma análise da situação atual em termos gestão de resíduos, através de uma caracterização global do processo produtivo com identificação de entradas, saídas de materiais e produtos, bem como resíduos e medidas de gestão associadas. Como resultado da análise, selecionaram-se práticas de gestão com potencial de melhoria assim como etapas chave do processo produtivo com potencial de otimização. No caso dos processos produtivos, foi realizada uma análise detalhada, com enfoque nos equipamentos de corte da tela metálica.

Tendo em conta os resultados obtidos, elaborou-se um plano de ações para melhoria de práticas e processos assim como se testaram algumas das medidas por forma a analisar o seu impacto e, assim, verificar se estas permitem atingir uma redução efetiva na quantidade de resíduos e, globalmente, um melhor desempenho ambiental da empresa.

### **1.3. Estrutura da dissertação**

A presente dissertação encontra-se dividida em oito capítulos principais.

No Capítulo 1 realiza-se um enquadramento ao tema proposto na dissertação assim como se apresentam os objetivos que se pretendem atingir e a estrutura da dissertação.

No Capítulo 2 realiza-se uma caracterização da Continental Mabor, incluindo uma contextualização da Continental Mabor e do Grupo Continental, assim como uma explicação do processo produtivo.

No Capítulo 3 apresenta-se uma avaliação relativamente a setores idênticos, bem como de tecnologias usadas para o tratamento dos resíduos.

No Capítulo 4 apresenta-se uma avaliação da gestão de resíduos na empresa, em que se identificam as tipologias de resíduos produzidos, bem como os protocolos seguidos no que toca à sua gestão. Descrevem-se ainda os fluxos dos processos e pontos de recolha dos resíduos e o funcionamento do parque de resíduos assim como se apresentam as quantidades de resíduos produzidos e empresas responsáveis pela sua gestão.

No Capítulo 5 realiza-se uma análise detalhada à gestão dos resíduos mais críticos da empresa, considerando o seu fluxo e custos.

No Capítulo 6 descrevem-se as propostas de melhoria aplicadas aos resíduos estudados detalhadamente, sendo também analisada a eficácia da implementação de algumas das medidas de melhoria.

No Capítulo 7 são descritas sucintamente as conclusões da dissertação.

No Capítulo 8 apresentam-se propostas para trabalhos futuros tendo em conta os resultados e limitações desta dissertação.





## 2. Caracterização da Continental Mabor

### 2.1 A Continental Mabor e o Grupo Continental

A Continental AG, ou seja o grupo Continental, foi fundada em Hannover (Alemanha), em 1871. Inicialmente, esta produzia artefactos de borracha flexível e pneus maciços para carruagens e bicicletas. Em 1898 inicia a produção de pneus, e desde daí vem acompanhando, em termos produtivos, a evolução verificada na indústria automóvel [11].

O Grupo Continental é também especialista na produção de sistemas de travagem, controlos dinâmicos para viaturas, tecnologias de transmissão de potência, sistemas eletrónicos e sensores [11]. Encontra-se em 38 países e em cerca de 200 locais diferentes, tendo, aproximadamente, 150 000 colaboradores em seis Divisões: Chassis e Segurança, “powertrain”, Interior, Pneus para Viaturas de Passageiros e Comerciais Ligeiras, Pneus Pesados e ContiTech (fabrico de componentes de borracha para automóveis) [11].

A Continental Mabor (Figura 1) surgiu em 1989; este nome provém da união de duas empresas, a Mabor (de nível nacional) e a Continental AG (de nível mundial). A Mabor foi fundada em 1946, sendo esta a primeira fábrica de pneus em Portugal e tendo assistência técnica de General Tire, Cº, de Ohio (USA).



**Figura 1** - Vista aérea da Continental Mabor [11]

A Continental Mabor apresenta, em 2014, uma superfície total de 263 111 m<sup>2</sup> e uma superfície de implantação de 137 555 m<sup>2</sup>, contando com cerca de 1700 colaboradores [11].

Após a junção entre a Continental AG e a Mabor, em 1990, iniciou-se um programa de reestruturação nas antigas instalações da Mabor, passando esta a ser a mais moderna das 21 unidades da Continental, na altura. Ao longo dos anos, a produção de pneus na Continental Mabor foi sempre aumentando, apresentando, no final de 2014, uma capacidade de produção média de 50 000 pneus/dia [11].

Mais de 98% da produção da Continental Mabor destina-se à exportação, sendo que o mercado de substituição (MS) absorve mais de metade da produção anual desta. A restante produção é distribuída pelas linhas de montagem da indústria automóvel [11].

## 2.2 Processo Produtivo

Antes de proceder à descrição do processo produtivo, é necessário perceber quais os componentes que dão origem a um pneu. Neste sentido apresenta-se na Figura 2 um pneu e os seus componentes.



**Figura 2** - Componentes de um pneu [11]

Tal como mostra a figura, um pneu contém vários componentes diferentes, que após a sua junção, formam o produto final.

No que diz respeito à produção de pneus, o processo divide-se em cinco fases, que se encontram distribuídas por cinco departamentos diferentes. Em cada uma destas fases são realizados diversos processos. O diagrama global do processo produtivo está apresentado na Figura 3.

A primeira fase, que ocorre no Departamento I, inicia o processo produtivo; nesta, são misturados químicos, tais como pigmentos, óleo, negro de fumo e polímeros. Após a mistura dos componentes na fase “Master” estes seguem para uma filtração na “Stranner” ou para a mistura do composto na fase final, nesta última são ainda adicionados outros produtos químicos. No final, o composto pode voltar a sofrer uma filtração, ou ir diretamente para a segunda fase do processo produtivo. Este departamento é denominado na empresa por “Misturação”.

Após a obtenção do composto, os materiais, com a forma de um “lençol de borracha”, bem como nova matéria-prima, entram na segunda fase, a Preparação. Esta fase está dividida em dois departamentos, tendo em conta os processos que se fazem, bem como os materiais produzidos: o Departamento II – Quente e o Departamento II – Frio. No Departamento II – Quente são feitos os talões (asseguram o encaixe firme sobre a jante do veículo), os pisos (oferecem aderência à superfície da estrada, estabilidade direcional, resistência ao desgaste e expulsa a água), as paredes do pneu (serve de proteção ao invólucro dos danos externos e a condições atmosféricas adversas) e os rolos de tecido e metal, estes últimos são fabricados na Calandra, unindo borracha com fio têxtil (cordas de *rayon* ou poliéster) e fio de metal (aço de alta resistência), respetivamente. No Departamento II – Frio, os rolos calandrados são enviados para as máquinas de corte de tela têxtil (controla as forças internas e preserva a forma do pneu) e metálica (preserva a forma do pneu, otimiza a estabilidade direcional e o atrito ao rodar). Os rolos metálicos são cortados segundo a largura e ângulo especificados para cada modelo de pneu, dando origem à cinta metálica (breaker). Neste é ainda feita a cinta têxtil (cap ply) e a camada interna. Posteriormente, estes materiais seguem em carros de transporte para o Departamento III - construção. Na construção todos os produtos fabricados na fase dois são montados. Existem 45 máquinas que são constituídas pelas “KM” e pelas “PU”. Nas máquinas “KM” é construída a carcaça do pneu com os talões, a tela têxtil, as paredes e a camada interna; nas máquinas “PU” produz-se o pneu em cru, juntando à carcaça a cinta têxtil que é cortada na “sliter” e “mini-sliter” (cap ply) ou extrudido nas “cap strip”, os pisos e o breaker. Este processo dá origem ao pneu em cru, dado que ainda não sofreu vulcanização.

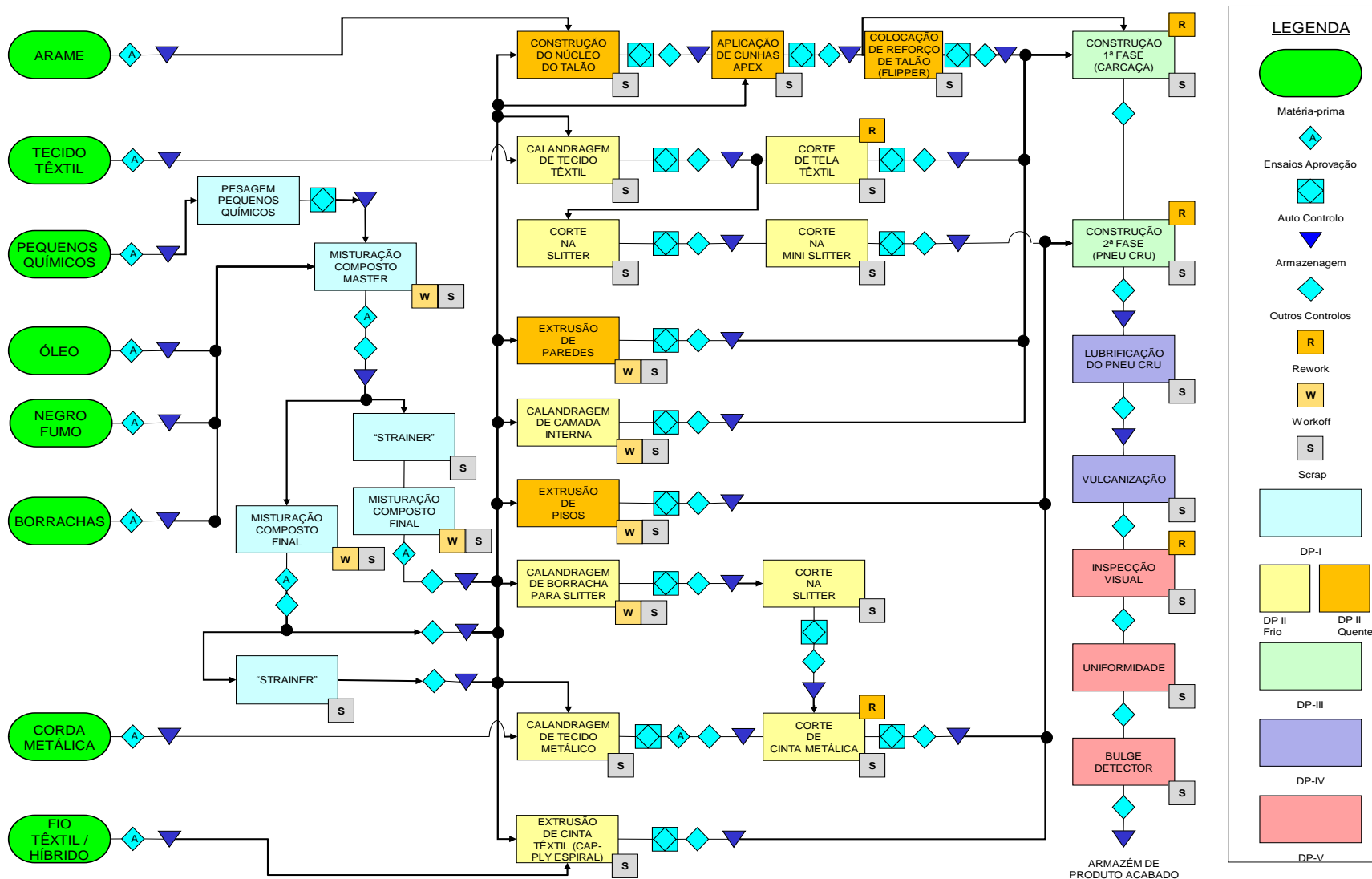


Figura 3 - Fluxograma do processo produtivo [12]

De seguida, os pneus em cru seguem para a fase quatro, no Departamento IV, a Vulcanização. Contudo, antes da vulcanização, os pneus em cru são lubrificados para a facilitar. Na fase de Vulcanização o pneu é submetido a temperaturas de aproximadamente 170°C nas prensas (a pressões determinadas de acordo com o tipo de pneu), dando o aspeto final ao pneu. Atualmente existem 254 prensas, cada uma com duas cavidades, permitindo a vulcanização de 508 pneus em simultâneo.

Finalmente, os pneus seguem para a fase cinco do seu processo produtivo, a inspeção final, no Departamento V. Nesta fase, os pneus são submetidos à verificação de todos os requisitos de qualidade, assegurando assim que se encontram dentro das especificações de cada cliente e internas do Grupo Continental. Após esta fase, se os pneus respeitarem todas as especificações, seguem para o armazém de produto acabado.

Uma análise mais detalhada será realizada no capítulo **4.4.1**.



### **3. Setor de produção de pneus**

Neste capítulo pretendeu-se realizar uma abordagem às empresas deste setor de modo a verificar que metas pretendem atingir em termos de geração de resíduos e em que ponto se encontram. Para além disso, fez-se também um levantamento das tecnologias existentes para o tratamento de resíduos da produção de pneus.

#### **3.1 Contexto industrial**

No que concerne às indústrias do setor da produção de pneus, verifica-se que estas todos os anos apresentam relatórios de sustentabilidade, sendo que nesses refletem a produção dos resíduos anuais, bem como as metas que pretendem atingir em termos de destino final e geração. Contudo, as informações obtidas por estes relatórios são limitadas não sendo possível realizar uma comparação crítica entre as mesmas.

No caso da Bridgestone, esta conseguiu atingir, em 2014, a meta do envio de zero resíduos para aterro em todas as fábricas do Japão, quatro na China e duas nos Estados Unidos da América. Esta pretende, para os próximos anos, aumentar o número de fábricas que enviam zero resíduos para aterro. Para além disto, a Bridgestone pretende atingir a meta de garantir apenas o uso de materiais e matéria-prima sustentáveis, como a utilização de outras plantas para a extração de borracha, a “Guayule” e a “Russian dandelion” [13].

Já no caso da Pirelli, estes pretendem inovar os seus processos produtivos de modo a prevenir a produção de resíduos e substituir as suas matérias-primas por outras que tenham um menor impacto ambiental, como utilizar casca de arroz para produção de sílica e utilizar a planta “guayule” para extração de borracha. Pretendem ainda maximizar a recuperação e reciclagem, eliminando a quantidade de resíduos enviados para aterro. Esta espera que, em 2020, que 95% dos resíduos sejam valorizados em todas as suas fábricas, tendo zero resíduos enviados para aterro. Em 2014, a percentagem de resíduos valorizados ficou em 83%, aumento 3% em relação ao ano anterior, sendo que a produção de resíduos diminuiu 11% em relação ao ano de 2013 [14].

A Goodyear conseguiu atingir em 2013 a meta de enviar zero resíduos para aterro. Esta criou, em 2006, esta iniciativa a fim de reduzir o seu impacto ambiental, fazendo com que todas as fábricas aplicassem os 3R's (reduzir, reutilizar, reciclar). Para além dos zero resíduos enviados para aterro, pretendeu reduzir a

quantidade de resíduos que seguem para valorização energética e aumentar a taxa de resíduos reutilizados e reciclados [15, 16].

A Michelin introduziu nas suas fábricas a análise à pegada ecológica, com o objetivo de sensibilizar para que continuem a crescer sem a aumentar, pretendendo que em 2020 esta pegada tenha um impacto 40% inferior ao de 2010. No que concerne aos resíduos gerados, em 2014, 24 das suas fábricas conseguiram atingir a meta dos zeros resíduos enviados para aterro e 49 delas reciclaram cerca de 95% dos resíduos gerados. Desde 2010 a produção dos seus resíduos aumentou 7,7%, contudo, a quantidade de resíduos enviados para aterro diminuiu 22,9% [17, 18].

Analisando o relatório de sustentabilidade da Continental referente ao ano de 2014, verifica-se que esta definiu metas para 2020, sendo que pretende reduzir a produção de resíduos e aumentar a percentagem de reciclagem em 20%. Pretende ainda, em 2020, que 90% dos seus resíduos tenham um destino final específico que passe pela valorização. Em 2014, embora a geração de resíduos tenha aumentado, em relação a 2013, a sua geração tendo em conta as vendas tem vindo a diminuir e a taxa de reciclagem tem-se mantido constante, por volta dos 84%. Por outro lado, a Continental pretende realizar uma prevenção na fonte de modo a reduzir a geração de resíduos [19, 20].

Assim, verifica-se que todas as empresas deste setor avaliadas deste têm vindo a implementar medidas de modo a reduzir a geração de resíduos e/ou aumentar a taxa de reciclagem, diminuindo a quantidade encaminhada para aterro. Em nenhum dos relatórios foi possível contudo conhecer em concreto as medidas aplicáveis à gestão de resíduos existentes.

Com o objetivo de conhecer de forma mais aprofundada as alternativas de gestão aplicáveis aos resíduos do setor, apresenta-se de seguida um levantamento do estado da arte nesse âmbito.

## **3.2 Valorização dos resíduos da produção de pneus**

Neste subcapítulo pretende-se identificar as tecnologias existentes para a valorização dos componentes de pneus e de pneus usados.

### **3.2.1 Componentes de pneus**

Pela análise dos estudos publicados, verifica-se que a informação é extremamente escassa no que concerne aos resíduos de componentes dos pneus.

Para a tela têxtil não foi encontrada qualquer informação sobre destinos de valorização possíveis, com a exceção de dois exemplos de gestão usados por duas das fábricas da Continental. A Continental



Camaçari (Brasil) vende este resíduo a fabricantes de redes de pesca e/ou a grossistas para se costurar a entrada de sacos de sarapilheira; e a Continental Mabor, em Portugal, vende-a para a produção das rodas dos carrinhos do supermercado [11].

No que concerne à tela metálica, verifica-se a ausência de estudos relacionados com a sua valorização. Realça-se que não existe à partida aplicação para a tela metálica, a não ser que fosse possível realizar a separação da borracha do metal.

No que toca à borracha, se for gerada como resíduo antes de ser vulcanizada pode voltar a entrar no processo produtivo; após ser vulcanizada, a sua reutilização no processo não é, normalmente realizada; contudo, esta borracha pode ser valorizada [2]. As tecnologias usadas para essa valorização são as mesmas usadas para os resíduos de pneus sendo discriminadas no subcapítulo seguinte.

### **3.2.2 Pneus usados**

Devido à sua expressiva produção, existem alguns processos que têm vindo a ser aplicados para a valorização de resíduos de pneus. Os tratamentos de pneus usados passam essencialmente por valorização material ou energética. No primeiro caso as tecnologias usadas são a fragmentação e a desvulcanização. No caso da valorização energética, esta ocorre por via da incineração (podendo ser por via da combustão, pirólise ou gaseificação).

A fragmentação pode ser realizada de diversas formas, sendo que cada uma apresenta características diferentes, tal como apresentado de seguida.

No caso da fragmentação mecânica, este processo ocorre à temperatura ambiente e reduz a borracha a pó, formando agregados (dimensão máxima de 0,3 mm), permitindo ainda a separação do têxtil e do metal. Para tal, este processo utiliza moinhos (de facas ou lâminas), existindo também separadores pneumáticos de modo a remover as fibras têxteis, usam-se também separadores magnéticos e aeroclassificadores para remover o metal. Contudo, tal processo gera uma quantidade de calor que pode degradar a borracha, e, que se não arrefecida previamente, pode inflamar. A borracha obtida pode ser utilizada para produção de relvados sintéticos ou pavimentos de parques infantis [1, 2, 6, 10, 21].

A fragmentação criogénica utiliza azoto líquido para arrefecer a borracha, de forma a facilitar a sua trituração, sendo as temperaturas de arrefecimento entre os -50 e os -80 °C. Após esse arrefecimento, a borracha é triturada em moinhos de martelos. Este processo também apresenta mecanismos de remoção da fração têxtil através da aspiração e separação magnética para remoção do metal. O granulado obtido deste processo apresenta superfícies lisas e bordas afiadas, sendo que todas as partículas apresentam, aproximadamente, a mesma forma e tamanho, que ronda os 75 µm. A vantagem apresentada por este método consiste na eficiente separação dos componentes, apresentando a borracha recuperada uma elevada

qualidade. Por outro lado, a desvantagem que este método apresenta é o custo do azoto líquido necessário para arrefecer os pneus, e o maior teor de humidade da borracha recuperada, superior à obtida através da fragmentação mecânica em cerca de 12 a 15% [1, 2, 6, 10, 21].

Outro tipo de fragmentação é a húmida. Esta é uma outra versão da fragmentação mecânica, contudo envolve uma suspensão de borracha em água, através de moinhos especiais com mós estacionárias ou móveis. Embora a borracha tenha que ser previamente fragmentada através de outros métodos, é de novo fragmentada com este processo de modo a obter-se partículas com um tamanho que ronda os 10 a 20  $\mu\text{m}$ . A vantagem deste método é a possibilidade de obter um granulado com tamanho muito pequeno. Este tipo de método é essencialmente usado em borracha não vulcanizada ou pneus não vulcanizados, sendo que a borracha após a sua fragmentação pode ser usada, por exemplo, para produção de pneus [10, 21].

A fragmentação com jatos de água foi desenvolvida especialmente para aplicação a pneus de camiões, veículos de construção e tratores agrícolas. Uma vez que estes apresentam um grande porte, os outros métodos exigiam equipamento de grandes dimensões e um consumo energético muito elevado, não sendo assim aplicados a estes tipos de pneus. Este método consiste apenas no uso de um jato de água com uma pressão de 2000 bar e a velocidades elevadas, assim a borracha é retirada dos pneus. O método retira seletivamente o metal e tecido têxtil da borracha, atingindo esta borracha um elevado grau de pureza, tamanho muito reduzido e área específica elevada [10].

A borracha depois de fragmentada pode ser utilizada em vários mercados, tais como para produção de solas de sapatos, campos de relvado sintético, piso para jardins-de-infância e parques infantis e sistemas de isolamento; por sua vez, o metal pode ser vendido para a fundição e os fios têxteis são incinerados ou vendidos para sistemas de isolamento [2, 10, 21].

Um processo mais recente é a desvulcanização. Esta tecnologia quebra as ligações carbono-carbono, carbono-enxofre e enxofre-enxofre que são formadas durante a vulcanização, procedendo-se à “regeneração” da borracha. Infelizmente, a desvulcanização também degrada as cadeias do polímero, não se obtendo um composto com as mesmas propriedades da borracha original. É então feita a “regeneração” por processos termomecânicos, termoquímicos, físicos (micro-ondas e ultrassons) e biológicos. Estes processos envolvem a oxidação e degradação das cadeias do polímero, reduzindo assim a sua viscosidade. O método que usa micro-ondas aplica calor de forma rápida e uniforme. Este processo implica que o material seja polar para que ocorra a desvulcanização, sendo ainda um processo descontínuo e que implica equipamento específico muito dispendioso. Por outro lado, o método com aplicação de ultrassons, usa-os a alta potência, com a presença de calor e pressão. A borracha é desvulcanizada em segundos, quebrando-se toda a rede tridimensional. A borracha regenerada é utilizada no fabrico de caixas de cabos, tapetes de borracha e placas, calçado e anilhas; contudo, a quantidade de produtos usados com a borracha

desvulcanizada é reduzido, devido à baixa qualidade obtida e ao elevado consumo energético necessário para o processo [1, 2, 6, 10, 21].

A valorização energética só deve ser considerada como último recurso de valorização dos resíduos, devendo sempre que possível optar-se pela valorização multimaterial. No caso dos resíduos de pneus, a valorização energética é essencialmente feita por incineração dedicada ou por co – incineração (ou co-processamento).

Exemplos de aplicação da incineração dedicada incluem a combustão completa para produção de energia elétrica e pirólise para produção de diferentes produtos.

No caso da incineração, considerando a combustão dos pneus, esta tem por objetivo a produção de energia para as unidades industriais que fazem esta combustão. Este método utiliza um forno, em geral, rotativo, onde os pneus são colocados e sujeitos a temperaturas na ordem dos 1100 a 1200 °C. Os resíduos percorrem então o comprimento total do forno com determinada turbulência, sendo a velocidade do forno e a admissão de ar ajustáveis, consoante a tipologia de resíduos colocados no forno. Após a combustão completa dos resíduos, os gases quentes seguem para uma caldeira, onde o calor gerado é aproveitado para produção de vapor sobreaquecido de alta pressão que através de uma turbina gera energia mecânica transformada em energia elétrica [21, 22].

A pirólise permite o tratamento da borracha vulcanizada a altas temperaturas e na ausência de oxigénio. Os pneus são pirolisados em fornos especiais, sendo que podem ser aplicadas várias tecnologias, que podem operar a pressão normal ou reduzida, com um gás inerte. Existem também processos pirolíticos que utilizam CO<sub>2</sub> supercrítico ou plasma. Este processo gera gás, óleo pirolítico e negro de fumo, sendo que estes são normalmente utilizados como combustível, na indústria petroquímica, para produção de energia ou de ferro e aço. Uma vantagem que esta tecnologia apresenta é o facto de não ser necessário que os pneus apresentem uma elevada qualidade. Por outro lado, a sua desvantagem passa pela dificuldade técnica de implementação [1, 2, 6, 10, 21].

A incineração pode também ser usada como um co-processamento, sendo comum a sua utilização para valorização de pneus pelas cimenteiras. Estas utilizam os pneus como combustível alternativo, diminuindo o consumo de carvão ou outros combustíveis fósseis usados no processo. A componente inorgânica que resulta da incineração dos pneus (cinza, incluindo aço) fica ligada ao clínquer sem qualquer prejuízo para a qualidade do cimento, sendo para tal definidas as percentagens adequadas para incorporação do resíduo. Contudo, esta queima pode contribuir para a poluição atmosférica, embora exista um controlo das emissões geradas durante o processo [1, 2, 6, 10, 21].

Verifica-se que existem diversas alternativas para a gestão dos resíduos de pneus. Embora a maioria destas tecnologias seja aplicada a pneus usados, e não a resíduos de pneus, existe um potencial de aplicação destas aos resíduos do processo, de acordo com a sua composição.



## **4. Gestão de Resíduos na Continental Mabor**

### **4.1 Aspetos legais da gestão de resíduos aplicáveis à empresa**

O regime jurídico da gestão de resíduos é aprovado por diplomas legais, que ao longo dos anos sofreram alterações, sendo que atualmente se encontra em vigor o DL n° 73/2011, de 17 de junho, que, altera e republica o DL n° 178/2006, de 5 de setembro, e transpõe a Diretiva n° 2008/98/CE, de 19 de novembro [23].

Em termos gerais, este apresenta diversos objetivos entre os quais:

- Reforçar a prevenção da produção de resíduos, fomentando a sua reutilização e reciclagem, e ainda estimular o aproveitamento de resíduos específicos;
- Clarificar conceitos-chave e aprovar programas que visam os objetivos a cumprir até 2020;
- Incentivar a reciclagem, de modo a cumprir as metas e a preservação dos recursos naturais;
- Definir requisitos para que resíduos possam deixar de ser assim considerados (“desclassificação de resíduos”), e passem a ser considerados subprodutos num processo produtivo; e
- Implementar o alargamento da responsabilidade do produtor, tendo em conta o conceito de ciclo de vida [3].

Tal como referido anteriormente, e segundo o DL 73/2011, um resíduo industrial é “o resíduo gerado em processos produtivos industriais, bem como o que resulte das atividades de produção e distribuição de eletricidade, gás e água”. Adicionalmente, um resíduo industrial pode ser um resíduo inerte, perigoso, não perigoso, tendo em conta as suas características [3].

Um resíduo inerte é “o resíduo que não sofre transformações físicas, químicas ou biológicas importantes e, em consequência, não pode ser solúvel nem inflamável, nem ter qualquer outro tipo de reação física ou química, e não pode ser biodegradável, nem afetar negativamente outras substâncias com as quais entre em contacto de forma suscetível de aumentar a poluição do ambiente ou prejudicar a saúde humana, e cujas lixiviabilidade total, conteúdo poluente e ecotoxicidade do lixiviado são insignificantes e, em especial, não põem em perigo a qualidade das águas superficiais e ou subterrâneas”. Por resíduo perigoso entende-se o “resíduo que apresenta uma ou mais das características de perigosidade constantes do anexo III” do DL n° 73/2011 [3]. Um resíduo não perigoso é aquele que não é inerte nem perigoso de acordo com as definições apresentadas.

Na empresa são ainda produzidos resíduos que podem ser equiparados a resíduos urbanos (pela sua natureza e composição). Um resíduo urbano é, também segundo o DL 73/2011, um “resíduo proveniente

de habitações bem como outro resíduo que, pela sua natureza ou composição, seja semelhante ao resíduo proveniente de habitações” [3].

Para além disto, na Continental Mabor são produzidos resíduos hospitalares. Os resíduos hospitalares, de acordo com o DL 73/2011, são “os resíduos resultantes de atividades de prestação de cuidados de saúde a seres humanos ou a animais, nas áreas da prevenção, diagnóstico, tratamento, reabilitação ou investigação e ensino, bem como de outras atividades envolvendo procedimentos invasivos, tais como acupuntura, *piercings* e tatuagens” [3].

De forma a harmonizar e uniformizar a identificação e classificação dos resíduos foi criada uma Lista Europeia de Resíduos, aprovada e publicada na portaria nº 209/2004, de 3 de março. Esta pretende ainda facilitar um claro conhecimento pelos agentes económicos do regime jurídico a que estão sujeitos os resíduos. Os resíduos são identificados através de um código de seis dígitos (código LER), sendo os perigosos identificados com um asterisco [23, 24].

Uma outra questão fundamental legal relaciona-se com as operações de gestão de resíduos que, pelo DL nº 73/2011, e de acordo com as alterações impostas pela Diretiva nº 2008/98/CE, devem seguir uma hierarquia de gestão tendo em conta a seguinte ordem: prevenção e redução; preparação para a reutilização; reciclagem; outros tipos de valorização; e eliminação. No que toca às operações de valorização e eliminação, estas estão descritas e identificadas com códigos de R e D, respetivamente. Estes códigos são apresentados de seguida, de acordo com o anexo I e II do DL nº 73/2011 [3].

#### Operações de eliminação de resíduos:

**D1** — Depósito no solo, em profundidade ou à superfície (por exemplo, em aterros, etc.).

**D2** — Tratamento no solo (por exemplo, biodegradação de efluentes líquidos ou de lamas de depuração nos solos, etc.).

**D3** — Injeção em profundidade (por exemplo, injeção de resíduos por bombagem em poços, cúpulas salinas ou depósitos naturais, etc.).

**D4** — Lagunagem (por exemplo, descarga de resíduos líquidos ou de lamas de depuração em poços, lagos naturais ou artificiais, etc.).

**D5** — Depósitos subterrâneos especialmente concebidos (por exemplo, deposição em alinhamentos de células que são seladas e isoladas umas das outras e do ambiente, etc.).

**D6** — Descarga para massas de água, com exceção dos mares e dos oceanos.

**D7** — Descargas para os mares e ou oceanos, incluindo inserção nos fundos marinhos.

**D8** — Tratamento biológico não especificado em qualquer outra parte do presente anexo que produza compostos ou misturas finais rejeitados por meio de qualquer das operações enumeradas de D1 a D12.

**D9** — Tratamento físico -químico não especificado em qualquer outra parte do presente anexo que produza compostos ou misturas finais rejeitados por meio de qualquer das operações enumeradas de D1 a D12 (por exemplo, evaporação, secagem, calcinação, etc.).

**D10** — Incineração em terra.

**D11** — Incineração no mar.

**D12** — Armazenamento permanente (por exemplo, armazenamento de contentores numa mina, etc.).

**D13** — Mistura anterior à execução de uma das operações enumeradas de D1 a D12.

**D14** — Reembalagem anterior a uma das operações enumeradas de D1 a D13.

**D15** — Armazenamento antes de uma das operações enumeradas de D1 a D14 (com exclusão do armazenamento temporário, antes da recolha, no local onde os resíduos foram produzidos).

#### Operações de valorização:

**R1** — Utilização principal como combustível ou outro meio de produção de energia.

**R2** — Recuperação/regeneração de solventes.

**R3** — Reciclagem/recuperação de substâncias orgânicas não utilizadas como solventes (incluindo digestão anaeróbia e ou compostagem e outros processos de transformação biológica).

**R4** — Reciclagem/recuperação de metais e compostos metálicos.

**R5** — Reciclagem/recuperação de outros materiais inorgânicos.

**R6** — Regeneração de ácidos ou bases.

**R7** — Valorização de componentes utilizados na redução da poluição.

**R8** — Valorização de componentes de catalisadores.

**R9** — Refinação de óleos e outras reutilizações de óleos.

**R10** — Tratamento do solo para benefício agrícola ou melhoramento ambiental.

**R11** — Utilização de resíduos obtidos a partir de qualquer das operações enumeradas de R1 a R10.

**R12** — Troca de resíduos com vista a submetê -los a uma das operações enumeradas de R1 a R11.

**R13** — Armazenamento de resíduos destinados a uma das operações enumeradas de R1 a R12 (com exclusão do armazenamento temporário, antes da recolha, no local onde os resíduos foram produzidos).

Segundo o estipulado pelo DL 73/2011, as empresas produtoras de resíduos não urbanos que empreguem mais de 10 trabalhadores, devem, no final de cada ano, declarar as quantidades de resíduos que produzem e o destino final que cada um destes, no Sistema Integrado de Registo da Agência Portuguesa do Ambiente (SIRAPA) [23].

Em particular é necessário ter em conta a legislação existente relativamente a pneus em Portugal. Neste caso, a legislação existente aplica-se à gestão de pneus e pneus usados, não contemplando os resíduos de pneus produzidos aquando da sua produção. Está assim em vigor o DL nº 43/2004, de 2 de Março, que altera o DL nº 111/2001, de 6 de Abril. Este apresenta os princípios e normas aplicáveis à gestão de pneus e pneus usados, incluindo as práticas de prevenção da produção dos resíduos, recauchutagem, reciclagem e outras formas de valorização. Neste sentido, pretende-se reduzir a quantidade de resíduos a eliminar, melhorando ainda o desempenho ambiental de todos os intervenientes durante o ciclo de vida dos pneus [8, 9].

Este diploma define ainda pneus como “os pneus utilizados em veículos motorizados, aeronaves, reboques, velocípedes e outros equipamentos, motorizados ou não motorizados, que os contenham”. É ainda importante que se perceba a definição de produtor, dada pelo mesmo diploma; “qualquer entidade que fabrique, importe ou introduza pneus novos ou em segunda mão no mercado nacional, incluindo as que fabriquem, importem ou comercializem veículos, aeronaves ou outros equipamentos que os contenham” [8, 9].

Dadas as normas europeias, este diploma transpõe para a legislação portuguesa a proibição da combustão de pneus sem qualquer recuperação energética, e o abandono de pneus usados, proibindo ainda a sua gestão por entidades não autorizadas e ou licenciadas para o efeito. Neste diploma é ainda declarada a responsabilidade alargada ao produtor no que toca ao destino final dos pneus, sendo que a responsabilidade só deixa de ser do produtor quando este entrega os pneus a uma entidade gestora licenciada [8, 9].

## **4.2. Tipologias de Resíduos produzidos na Continental Mabor**

No que concerne à melhoria dos processos e práticas de gestão de resíduos na Continental Mabor, foi elaborado um plano, dividido em seis grandes etapas, sendo estas constituídas por várias fases, de acordo com o diagrama da Figura 4. Este plano foi cumprido, e passa a ser descrito de seguida.

Com a primeira etapa, de 12 dias, pretendeu-se planificar o desenvolvimento da presente dissertação, bem como iniciar a análise à gestão de resíduos da empresa.

A segunda etapa, de 6 dias, teve como objetivo a análise ao fluxo de resíduos e processo produtivo, bem como às quantidades, destino final e custos associados, identificando-se os resíduos críticos.

Posteriormente, na terceira etapa, com duração de 25 dias, pretendia-se a realização de uma análise mais detalhada aos resíduos identificados como críticos, iniciando o acompanhamento do processo. Após a recolha de dados, contabilizaram-se 13 dias para identificação das causas para a geração de resíduos e elaboração de um plano de ações para melhoria de práticas e processos.



Na quarta fase, prevista para 29 dias, pretendia-se o teste das diferentes ações, avaliando os seus riscos e quantificando os efeitos da sua aplicação-

Por último, previram-se 21 dias para a implementação das ações e seu controlo.

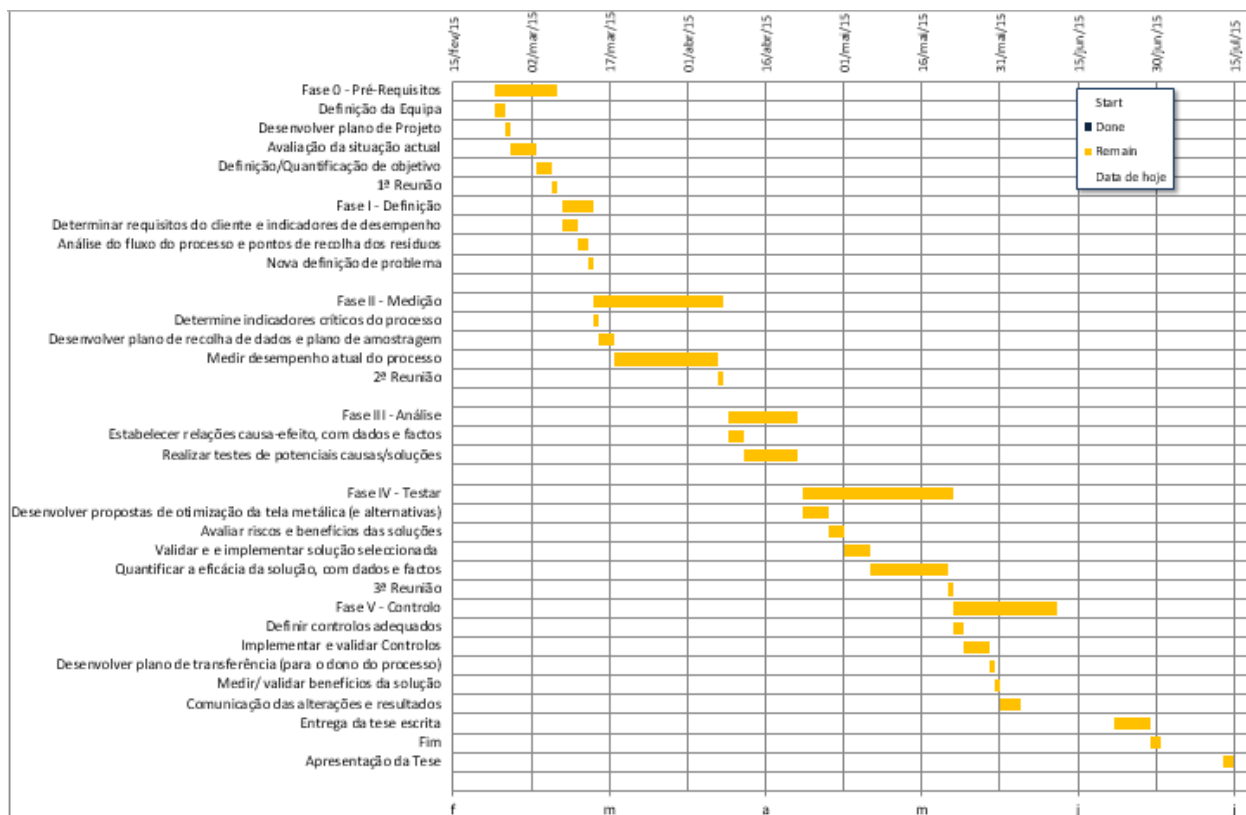


Figura 4 - Diagrama de gantt relativo ao planeamento da dissertação.

Na Tabela 1 apresenta-se a listagem dos resíduos produzidos na Continental Mabor entre 2012 e 2014, como resultado da análise realizada, bem como o seu código LER e operação de valorização/eliminação.

**Tabela 1** - Resíduos produzidos na Continental e operação de gestão associada (2012-2014) [25]

<b>Resíduo</b>	<b>Código LER</b>	<b>Operação de Valorização/Eliminação</b>
<b>Águas contaminadas com solventes</b>	160709*	D9
<b>Banho Antiaderente</b>	160305*	D9
<b>Baterias</b>	160601*	R13/R4
<b>Bidões metálicos</b>	150104	R13
<b>Borracha vulcanizada</b>	070299	R1/R3
<b>Cabos elétricos</b>	160216	R13
<b>Embalagens contaminadas</b>	150110*	R3/R4
<b>Diafragmas ou Camada interna</b>	070299	R3
<b>Fio Têxtil</b>	040209	R3
<b>Filtros</b>	150202*	R13
<b>Gorduras Alimentares</b>	200125	D15
<b>Lamas da ETARI<sup>1</sup></b>	070211*	D9/D5
<b>Lâmpadas</b>	200121*	R13/R5
<b>Líquidos lavagem (marca Codisa)</b>	120301*	D15
<b>Madeira</b>	150103	R13
<b>Massas oleosas</b>	130899*	R13/D9
<b>Monitores</b>	200135*	R13/R4
<b>Negro de fumo</b>	160304	R13/D9
<b>Óleo com borracha</b>	130899*	R13
<b>Papel/Cartão</b>	150101	R13
<b>Pilhas</b>	200133*	R13/R5
<b>Plástico diverso</b>	150102	R13
<b>Pneus sucata ou rejeitados<sup>2</sup></b>	160103	R1
<b>Pneus em verde ou em cru</b>	070299	R3
<b>Produtos químicos</b>	160508*	R13/D9
<b>Resíduos águas contendo negro de fumo</b>	070299	D9
<b>Resíduos cabine pintura</b>	160305*	R13/D9
<b>Resíduos elétricos eletrónicos</b>	200136	R13/R4

<sup>1</sup> ETARI – Estação de tratamento de águas residuais industriais.

<sup>2</sup> Pneus sucata ou rejeitados – Pneus considerados como resíduos após a sua vulcanização

**Tabela 1** – Resíduos produzidos na Continental e operação de gestão associada (2012 – 2014) (*continuação*)

<b>Resíduo</b>	<b>Código LER</b>	<b>Operação de Valorização/Eliminação</b>
<b>Resíduos hospitalares (grupo III)</b>	180103*	D9
<b>Resíduos hospitalares (grupo IV)</b>	180101*	D15
<b>Resíduos higiene</b>	200301	R13
<b>Resíduos orgânicos da cantina</b>	200108	D1
<b>Resíduos urbanos mistos<sup>3</sup></b>	200301	R13
<b>Resíduos de limpeza<sup>4</sup></b>	150202*	R13
<b>Mistura de tintas e produtos de remoção</b>	080121*	R13/D9
<b>Resíduos de impressão</b>	160216	R12
<b>Resíduos de separadores (óleo/água)</b>	130508*	R13/D9
<b>Resíduos do tratamento de efluentes gasosos</b>	160508*	D9/D5
<b>Resíduos de peróxidos</b>	160904*	D15/D9
<b>Resíduos de polibutenos</b>	070204*	R13
<b>Silicones</b>	070216*	R13/D9
<b>Sealant (Vedante)</b>	070299	D9/D5
<b>Silanos</b>	160305*	R13/D9
<b>Solvente borracha</b>	140603*	R13/R2
<b>Solvente (marca Codisa)</b>	140603*	R13
<b>Sucata metálica</b>	200140	R4
<b>Talões</b>	200140	R13
<b>Talões c/ cunha</b>	070299	R3
<b>Tela metálica</b>	070299	R1
<b>Tela têxtil</b>	070299	R3
<b>Vidro</b>	200102	R13

Contudo, nem todos os resíduos que são produzidos na Continental Mabor são acondicionados e enviados para as empresas gestoras pela própria empresa; alguns, como os resíduos hospitalares, resíduos

<sup>3</sup> Resíduos urbanos mistos – Resíduos dos centros de comunicação, essencialmente, resíduos orgânicos.

<sup>4</sup> Resíduos de limpeza – Resíduos como panos contaminados com óleos, óleo com solvente, outros absorventes, etc.

de higiene, solvente CODISA e líquido de lavagem CODISA são da responsabilidade de empresas externas que trabalham com a Continental Mabor.

Os resíduos orgânicos da cantina são recolhidos pela câmara municipal, três vezes por semana, de acordo com o protocolo existente.

### **4.3 Metodologias de Gestão de Resíduos na Continental**

O Grupo Continental pretende sempre que possível minimizar o consumo de recursos, reduzindo assim os custos e também o impacto ambiental relacionado com a gestão dos resíduos produzidos. Ainda relativamente aos resíduos, pretende também aumentar a sua taxa de reutilização e reciclagem, pelo que é necessária a introdução de práticas/procedimentos adequados em cada uma das suas empresas [25].

Na Continental Mabor existem protocolos relativos à gestão dos resíduos industriais, incluindo um específico relativamente à identificação, recolha e acondicionamento assim como o seu registo e transporte para o destino final.

No que concerne ao protocolo de gestão de resíduos industriais, pretende-se que, sempre que possível, na Continental Mabor, se aposte na prevenção da produção de resíduos. Adicionalmente, pretende-se que os subprodutos e resíduos não evitáveis sejam reutilizados, reintroduzindo-os no ciclo produtivo da empresa. Se tal não for possível, pretende-se a sua valorização externamente. A deposição em aterro só é considerada pela Continental Mabor, quando não é viável qualquer forma de valorização, cumprindo assim com o disposto no princípio da hierarquia de gestão de resíduos, anteriormente mencionado [25].

Relativamente ao protocolo de identificação, recolha e acondicionamento dos resíduos, este refere que a entrega dos resíduos na central de triagem deve ser sempre acompanhada pela “Guia de Disposição de Material”. Todo o material que é recolhido na empresa deve ser entregue pelas áreas ou pessoal responsável pela limpeza [26].

O material a ser entregue na central de triagem deve ser pesado anteriormente, aquando do preenchimento da guia respetiva, subtraindo o peso correspondente à paleta ou caixa onde o material é transportado. Quando o material segue para a central de triagem e não é acompanhado pela guia de disposição do material, este deve ser devolvido à entidade produtora [26].

Na central de triagem os resíduos que deverão ser encaminhados para os centros integrados de recuperação, valorização e eliminação de resíduos (CIRVER), para além de serem acompanhados pela guia, devem estar identificados com etiquetas que indiquem o produtor do resíduo, o código, o resíduo e a sua classificação, de modo a estarem com as identificações necessárias e requeridas para serem entregues [26]. Relativamente aos resíduos químicos provenientes de limpezas, estes devem estar acondicionados em

bidões metálicos para serem entregues na central de triagem, sendo que o seu acondicionamento deve ser efetuado pela empresa que realiza a limpeza [26].

O negro de fumo deve ser acondicionado em bidões metálicos ou *big bags* para ser entregue na central de triagem [26].

Os resíduos de limpeza dos tanques do banho antiaderente (composto por água, promol - composto químico antiaderente, e podendo conter resíduos de borracha), decorrentes da limpeza periódica dos tanques dos misturadores, devem ser descarregados na área de descarga de águas de lavagem de pavimentos, com ligação à estação de tratamento de águas residuais industriais (ETARI). Após o seu tratamento, as lamas devem ser acondicionadas em bidões metálicos e enviados para a central de triagem. As restantes lamas da ETARI devem ser acondicionadas em big bags para encaminhamento para a área de resíduos [26].

No que concerne aos resíduos da cabine de pintura, estes também devem ser acondicionados em bidões metálicos ou tottes (Figura 5), sendo que não devem ser misturados com outros resíduos. Os bidões ou tottes só devem ser encaminhados para a central de triagem quando estiverem cheios, e devem sempre permanecer com o respiro aberto, mesmo durante o transporte [26].



**Figura 5** - Tottes (à esquerda) e bidões metálicos (à direita)

Os resíduos de lavagens de qualquer peça assim como das máquinas utilizadas pelas empresa, são da responsabilidade da empresa Safetykleen, que efetua periodicamente a substituição do material saturado por novo [26].

O óleo contaminado, resíduos de massa e desperdícios contaminados com óleo que resultam da limpeza de máquinas, ou da sua lubrificação e mudança de óleo, devem ser acondicionados em bidões metálicos para posterior entrega na central de triagem [26].

Os resíduos provenientes da cantina, tal como anteriormente referido, são recolhidos em contentores pela câmara municipal, três vezes por semana. O vidro, que só é gerado neste local, é ainda acondicionado em contentores de 3 m<sup>3</sup>, sendo posteriormente recolhido pela Resinorte [26].

Existem contentores para resíduos em toda a área fabril, escritórios e outras áreas, tais como os centros de comunicação. Estes contentores apresentam cores diferentes, consoante a tipologia de resíduos que deve estar contida em cada um. No contentor azul deve ser colocado papel e cartão; no amarelo deve ser colocado o plástico; as latas devem ser colocadas no verde; nos contentores cinza devem ser acondicionados resíduos de borracha; os resíduos equiparados a urbanos indiferenciados - “lixo comum” devem ser colocados no preto; os contentores bege/castanho são aqueles onde devem ser acondicionados os plásticos de reforço, colocados num contentor de cor diferente dos restantes plásticos, dado tratar-se de um resíduo industrial, ao passo que os restantes são equiparados a urbanos; existem ainda contentores vermelhos onde devem ser colocados resíduos de limpeza e embalagens contaminadas, de acordo com a indicação afixada na etiqueta de cada contentor [26]. Estes contentores são recolhidos diariamente pelo pessoal de limpeza e são entregues na central de triagem [26].

Os resíduos formados no *ContiSeal*<sup>5</sup> devem ser acondicionados segundo a sua tipologia. Assim, o papel e cartão, o “lixo comum”, o vidro e as latas devem ser acondicionados em sacos de plástico. O vedante, os resíduos de polibuteno, os resíduos de peróxidos e os resíduos de limpeza devem ser entregues na central de triagem em bidões metálicos. Por outro lado, as embalagens de plástico e os pneus são entregues na central de resíduos a granel [26].

Após a entrega dos resíduos na central de triagem, com alguns desses materiais são feitos fardos e acondicionados nas respetivas áreas na central de triagem.

O transporte dos resíduos da Continental para as respetivas empresas gestoras deve seguir também um protocolo existente na empresa, que, tal como o anteriormente referido, se encontra de acordo com a legislação em vigor.

Quando uma viatura chega à empresa para carregamento/transporte de resíduos devem ser seguidos os passos apresentados na Figura 6 para pesagem da carga.

---

<sup>5</sup> *ContiSeal* – Fábrica da Continental, mas fora das suas instalações principais, onde se produz e aplica o *Sealant*.

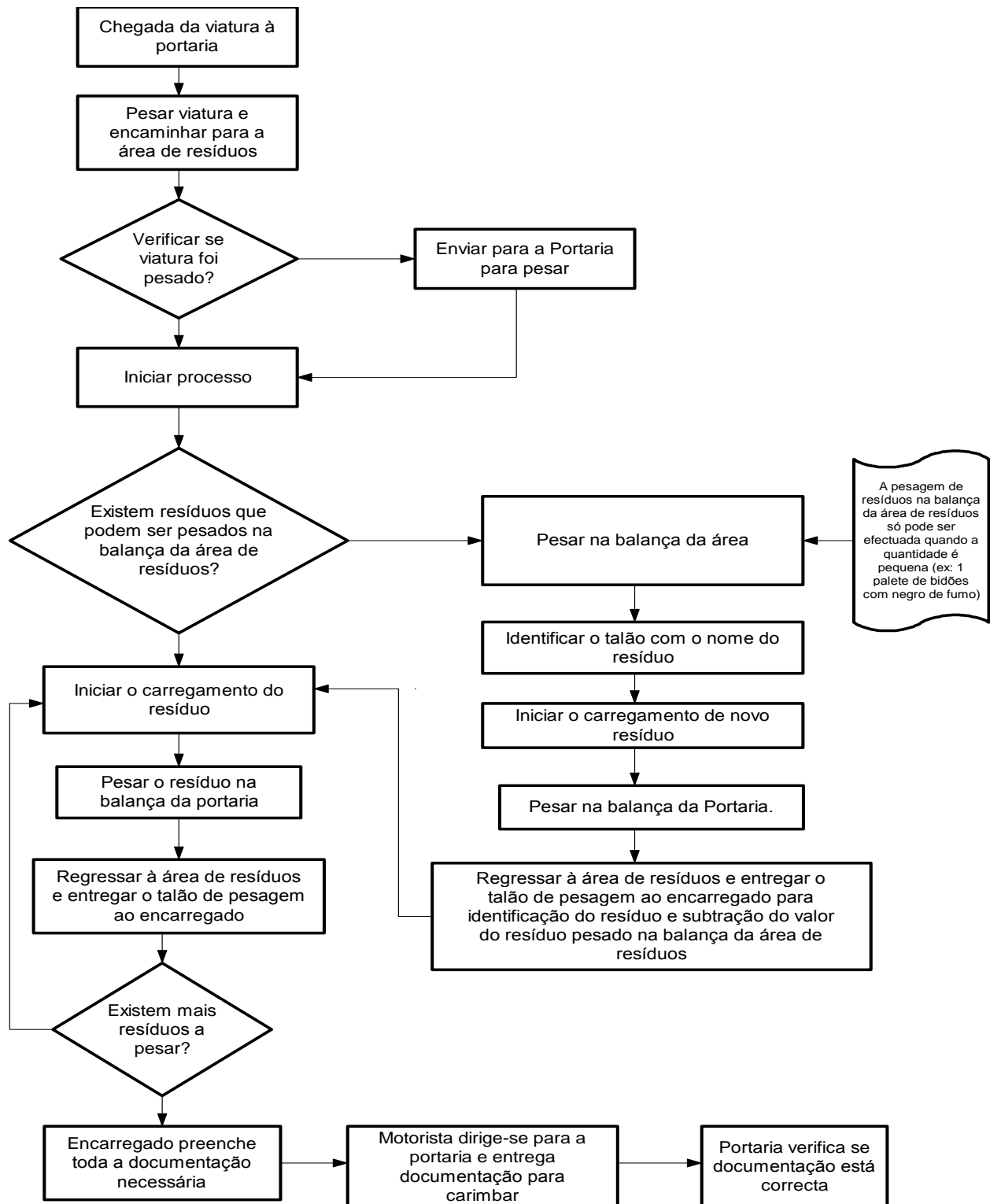


Figura 6 - Esquema dos passos a seguir na pesagem de viaturas e cargas [27].

O carregamento da viatura deve ser sempre efetuado em condições ambientais adequadas, de forma a evitar derrames e dispersões. Assim, no que concerne aos resíduos líquidos ou pastosos, estes devem ser acondicionados em embalagens estanques, desde que o enchimento das embalagens não exceda os 98%. Por outro lado, os resíduos sólidos podem ser acondicionados em embalagens ou mesmo transportados a granel, em veículo de caixa fechada ou de caixa aberta, devidamente cobertos. Num carregamento, todos os elementos devem ser arrumados de forma correta e conveniente, para que não ocorram deslocções entre si ou contra as paredes do veículo [27].

Mesmo cumprindo todos os requisitos e tendo todos os cuidados, podem ocorrer derrames durante um carregamento; quando tal acontece a zona que ficou contaminada deve ser imediatamente limpa com os materiais adequados [27].

Dependendo do tipo de transporte são necessários diversos documentos. Quando o transporte é nacional, é necessário que seja acompanhado pela guia de acompanhamento de resíduos, a guia de remessa (gerada automaticamente), e a ficha de segurança dos resíduos e o contrato internacional de mercadoria por estrada (CMR), para resíduos perigosos. No que toca aos transportes transfronteiriços, os documentos necessários são o CMR, o Anexo VII do Regulamento de CE nº 45/2008 (gerado eletronicamente no site do Siliamb), o contrato entre as duas entidades (produtora e destinatário), e a *packing list*, que deve conter a morada do destinatário, material, quantidade e unidades [27].

No capítulo seguinte faz-se uma análise mais detalhada ao sistema de gestão.

## **4.4 Avaliação do Sistema de Gestão de Resíduos da Continental Mabor**

### **4.4.1 Fluxos do processo e pontos de recolha de resíduos**

No que diz respeito aos subprodutos e resíduos produzidos durante o processo produtivo, é necessário ter em conta qual o seu fluxo, considerando as entradas e saídas de materiais e produtos, em cada etapa. É necessário ainda verificar onde são os pontos de recolha, como esta se faz e como é feito o controlo dos resíduos produzidos durante o processo.

Assim, na Tabela 2 estão indicadas as entradas e saídas de materiais e produtos, bem como os resíduos gerados durante o processo produtivo.



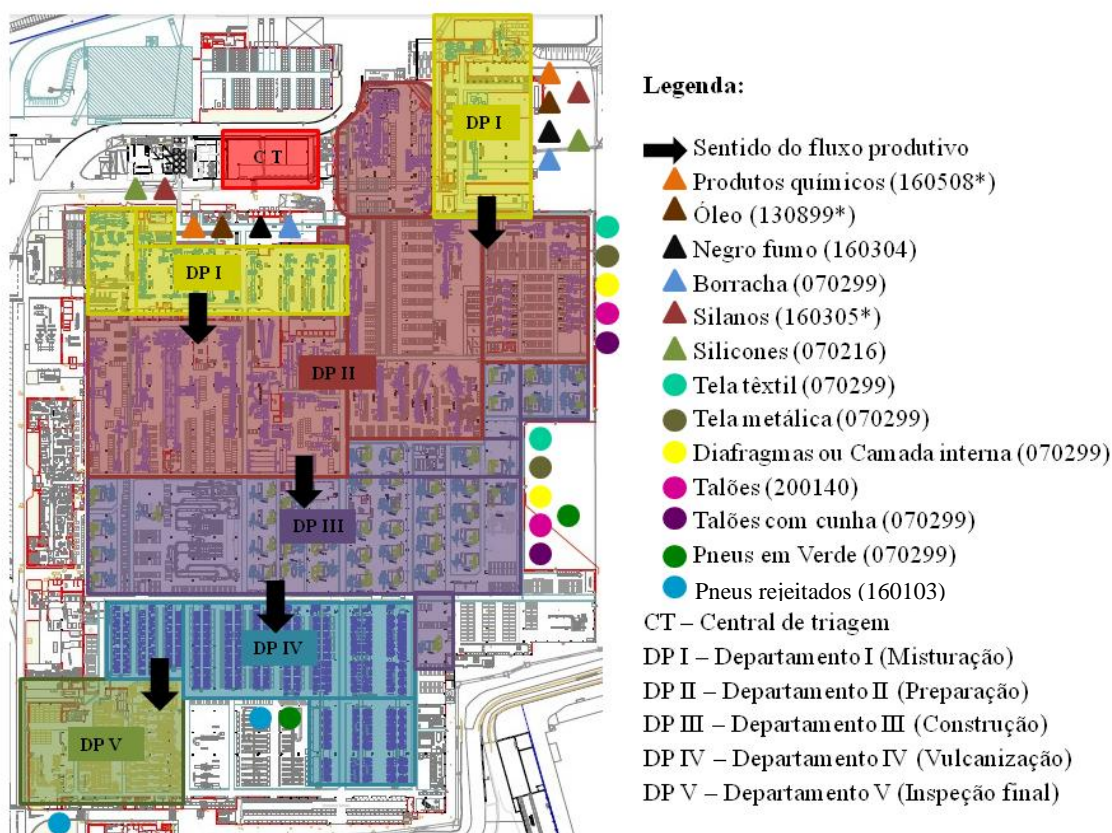
**Tabela 2** - Identificação das entradas de materiais e saídas de produto e resíduos nas diferentes etapas do processo produtivo

Entradas	Processo	Saídas	
		Produto	Resíduo (código LER)
Pequenos Químicos Óleo Negro de Fumo Polímeros	Misturação	Composto final (Borracha)	Borrachas (070299) Óleo (130899*) Negro de Fumo (160304) Produtos Químicos (160508*)
Composto final (Borracha) Corda metálica Fio têxtil/ Híbrido Arame	Preparação (Quente)	Rolos tecido Rolos metálicos Talões/ Cunhas Paredes Pisos	Borracha (070299) Corda metálica (200140) Fio têxtil/ Híbrido (040209) Arame (200140) Tela metálica (070299) Tela têxtil (070299) Talões (200140) Talões com cunha (070299)
Composto final (Borracha) Fio têxtil/ Híbrido Rolos tecido Rolos metálicos	Preparação (Frio)	Tela têxtil Cinta metálica Cinta têxtil (Cap ply) Camada interna Reforço	Borracha (070299) Fio têxtil/ Híbrido (040209) Cortes tela metálica (070299) Cortes tela têxtil (070299) Camada interna ou diafragma (070299)
Talões/ Cunhas Tela têxtil Paredes Camada interna Pisos Cinta metálica Cinta têxtil Reforço	Construção	Pneu em cru ou em verde	Talões com Cunhas (070299) Cortes de tela têxtil (070299) Cortes de tela metálica (070299) Cinta têxtil (cap ply) (070299) Pneus em cru ou verde (com ou sem piso) (070299)
Pneu em cru ou verde	Vulcanização	Pneu Vulcanizado	Pneu em cru ou verde (com ou sem piso) (070299) Pneu rejeitados (160103)
Pneu Vulcanizado	Inspeção final	Pneu Bom	Pneu rejeitados (160103)

Dada a complexidade do processo e uma vez que, tal como verificado pela Tabela 1, são muitos os resíduos gerados na Continental Mabor, apenas se fez a análise do fluxo dos resíduos gerados no processo produtivo. Os restantes tipos de resíduos que não advêm diretamente do processo produtivo, são transversais a toda a área fabril (ex.papel/cartão, plástico, sucata, entre outros) com a exceção de casos pontuais como as lamas de ETARI, que apenas são foadas na ETARI.

Dado que o produto de cada fase é a matéria prima da fase seguinte, muitas vezes as imperfeições dos materiais só são identificadas na fase seguinte. Por exemplo, os produtos fabricados na preparação alimentam a construção e podem ser considerados resíduos apenas nesta fase, sendo que saem da preparação como produtos.

Por outro lado, na última fase, a Inspeção Final, os resíduos são sempre de pneu vulcanizado(pneus rejeitados). Na Figura 7 apresenta-se o fluxo do processo produtivo bem como os resíduos recolhidos em cada área. Tal como na Tabela 2, no fluxo serão apenas identificados os resíduos gerados diretamente pelo processo produtivo.



**Figura 7** - Fluxo do processo produtivo e pontos de recolha dos resíduos produzidos diretamente pelo processo.

O controlo dos resíduos gerados é feito através de uma base de dados, onde a quantidade de resíduos é imputada por cada operador tendo em conta a máquina onde esteve a trabalhar. Este registo deve incluir todas as imperfeições do material por forma a serem perceptíveis quais as maiores causas de imperfeições, bem como ser possível facilmente identificar os materiais e as máquinas onde essas imperfeições acontecem.

Os pontos indicados na Figura 7 servem como indicação dos resíduos que se podem formar em cada departamento, e que, ao serem inseridos na base de dados, ficam associados a esse departamento.

Para se proceder à pesagem do material, de modo a saber a quantidade de resíduos gerados, existem perto de cada máquina locais apropriados para a colocação dos resíduos. Existem também balanças perto de algumas das máquinas para pesagem dos resíduos formados por cada operador; contudo, nem todas as máquinas têm a possibilidade de ter balança. Quando tal se verifica, por exemplo no Departamento II (Preparação a Frio), no final do turno os resíduos vão ser pesados a uma balança. Estes resíduos são depois armazenados próximos da balança, até serem recolhidos. No caso das máquinas da Construção, aquando da recolha, os operadores que a realizam levam uma balança e os resíduos de cada máquina são pesados, para posterior imputação na base de dados pelo operador da máquina.

A primeira recolha é feita logo no início de cada turno para verificar se todos os resíduos do turno anterior foram recolhidos; posteriormente, cada recolha é efetuada em diferentes horários de acordo com a quantidade de operadores existentes para a realizar e controlar, bem como a quantidade normalmente gerada de cada um destes. Assim, existem métodos de trabalho na empresa para se proceder de forma correta e no horário correto a essa recolha.

Após as recolhas, o material é colocado no estaleiro e acondicionado em paletes ou caixas, de acordo com o tipo de acondicionamento específico. De seguida, este é pesado, novamente, para se verificar que não houve erros de imputação, retirando-se o peso da paleta ou caixa, e preenchida a guia de disposição do material, de modo a que este possa seguir para a central de triagem, sendo que todos os resíduos devem ser pesados antes de seguirem para a central de triagem. Se existirem diferenças é necessário tentar perceber onde existiu o erro de imputação, verificando-se qual o material onde existiu essa diferença, o departamento e o conjunto de máquinas, para se proceder à imputação desses dados. Contudo, estes dados nunca são imputados com a sua fonte geradora, uma vez que não se sabe qual foi, nem se sabe a que máquina ou operador essa falta de dados está associada. Logo, são imputados ao departamento onde foram gerados, e ao conjunto de máquinas, como erro de imputação.

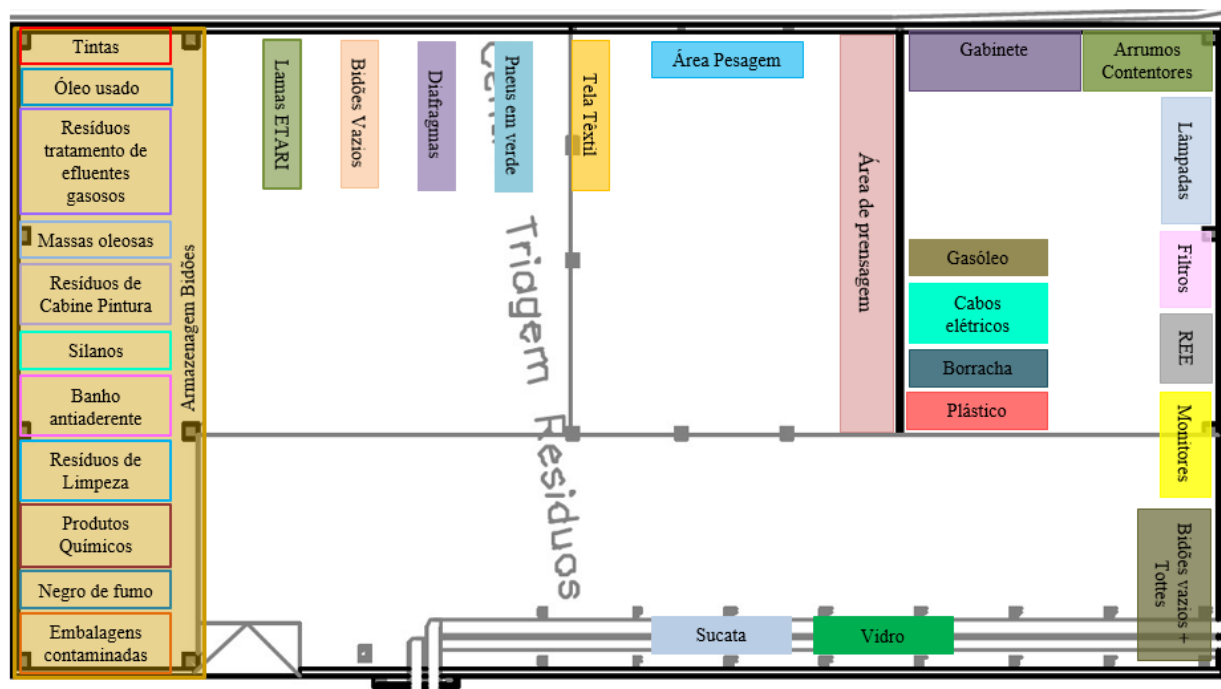
#### 4.4.2 Central de triagem de resíduos

A central de triagem de resíduos é, na realidade, um parque de resíduos onde se encontram acondicionados os resíduos gerados pelo processo produtivo, bem como os restantes resíduos que provêm de outras atividades da empresa. É ainda efetuada a triagem de resíduos que provêm, por exemplo, dos escritórios. A central de triagem (Figura 8) da Continental apresenta uma área de 1000 m<sup>2</sup>. Ao longo dos anos esta sofreu várias alterações que permitiram o cumprimento dos requisitos ambientais. Existe uma bacia de retenção em toda a sua área que está ligada à ETARI, de modo a que se ocorrer qualquer derrame, este não cause poluição do solo.



**Figura 8** - Entrada da central de triagem de resíduos.

Quando os resíduos chegam à central são colocados na sua área respetiva, tal como indicado na Figura 9; contudo, previamente, os operadores da central de resíduos confirmam se todos os resíduos contêm a guia de disposição de material preenchida. Os resíduos que não são diretamente do processo produtivo são separados, acondicionados e armazenados na central, para posterior envio para as empresas gestoras.



**Figura 9** - Esquema representativo da distribuição dos resíduos acondicionados/triados na central de triagem.

Alguns exemplos de placas identificadoras assim como do espaço da central de triagem são apresentados na Figura 10.



**Figura 10** - Exemplos de placas identificadoras e organização da central de triagem.



Nesta área existem ainda três prensas para enfardamento de algumas tipologias de resíduos (fardos de 90/50 – 70 cm, dependendo do material); nomeadamente de tela têxtil, diafragmas e pneus em verde (com piso). Também existe um fragmentador, para se proceder à destruição de papéis que contenham informações confidenciais.

É importante referir que no que respeita aos pneus em verde, estes podem chegar à central de triagem com ou sem piso, sendo o acondicionamento de cada tipo diferente. Tal como referido acima, dos pneus em verde com piso são feitos fardos, já no caso dos pneus em verde (sem piso) são acondicionados em contentores de 30 m<sup>3</sup>.

A borracha, a tela metálica, os talões com cunha e a sucata metálica são também colocados a granel em contentores de 30 m<sup>3</sup>.

Alguns dos contentores, como é o caso do monobloco<sup>6</sup> (Figura 11), onde são acondicionados os resíduos urbanos para posterior recolha pela empresa gestora, encontram-se no exterior junto à central devido às suas dimensões e características. Esta localização facilita o acondicionamento dos resíduos assim como o seu posterior encaminhamento.



**Figura 11** – Contentor monobloco.

Para além do conhecimento relativamente ao acondicionamento e recolha dos resíduos, é também necessário ter em conta as quantidades produzidas, bem como o seu destino final, análise esta que será feita de seguida.

---

<sup>5</sup> Monobloco - Contentor com compactador. Este é facultado pela empresa gestora à Continental, e quando está cheio é recolhido e trocado por outro.

#### 4.4.3 Quantidades produzidas e destino final

Na Tabela 3 apresentam-se as percentagens mássicas afetas a cada tipo de resíduo, para os últimos três anos. Por motivos de confidencialidade não é possível reportar os quantitativos em termos absolutos, contudo, para se ter uma noção do impacto relativo de cada tipologia apresentam-se os valores em termos percentuais.

**Tabela 3** – Percentagem mássica dos diferentes resíduos no total produzido, nos últimos 3 anos.

Resíduo	Código LER	Operação de Valorização/Eliminação	%m/m 2012	%m/m 2013	%m/m 2014
<b>Resíduos do processo produtivo</b>					
Banho anti- aderente	160305*	D9	0,36%	0,48%	0,44%
Borracha vulcanizada	070299	R1/R3	6,93%	6,21%	6,88%
Diafragmas ou camada interna	070299	R3	3,85%	3,62%	3,81%
Negro de fumo	160304	R13/D9	1,35%	0,63%	0,63%
Óleo Usado	130899*	R13	3,39%	3,91%	4,58%
Pneus Rejeitados	160103	R1	<b>18,94%</b>	<b>20,88%</b>	<b>19,85%</b>
Pneus Verde	070299	R3	3,13%	3,35%	2,88%
Produtos Químicos	160508*	R13/D9	0,87%	0,49%	0,84%
Silanos	160305*	R13/D9	0,25%	0,17%	0,14%
Silicones	070216*	R13/D9	0,02%	0,00%	0,05%
Talões	200140	R13	2,55%	2,83%	2,41%
Talões com cunha	070299	R3	0,54%	0,60%	0,49%
Tela metálica	070299	R1	<b>9,26%</b>	<b>7,64%</b>	<b>8,59%</b>
Tela têxtil	070299	R3	<b>8,69%</b>	<b>8,62%</b>	<b>7,61%</b>
<b>Outros Resíduos</b>					
Bidões metálicos	150104	R13	1,40%	0,94%	0,17%
Embalagens Contaminadas	150110*	R3/R4	1,40%	1,83%	2,12%
Filtros	150202*	R13	0,17%	0,07%	0,10%
Fio têxtil	040209	R3	0,00%	0,00%	0,00%
Lamas ETARI	070211*	D9/D5	1,79%	2,02%	2,47%
Lamas da pintura	160305*	R13/D9	0,24%	0,10%	0,07%
Lâmpadas	200121*	R13/R5	0,02%	0,01%	0,01%
Madeira	150103	R13	4,35%	5,01%	5,29%
Massas oleosas	130899*	R13/D9	0,08%	0,02%	0,02%
Monitores	200135*	R13/R4	0,02%	0,01%	0,01%

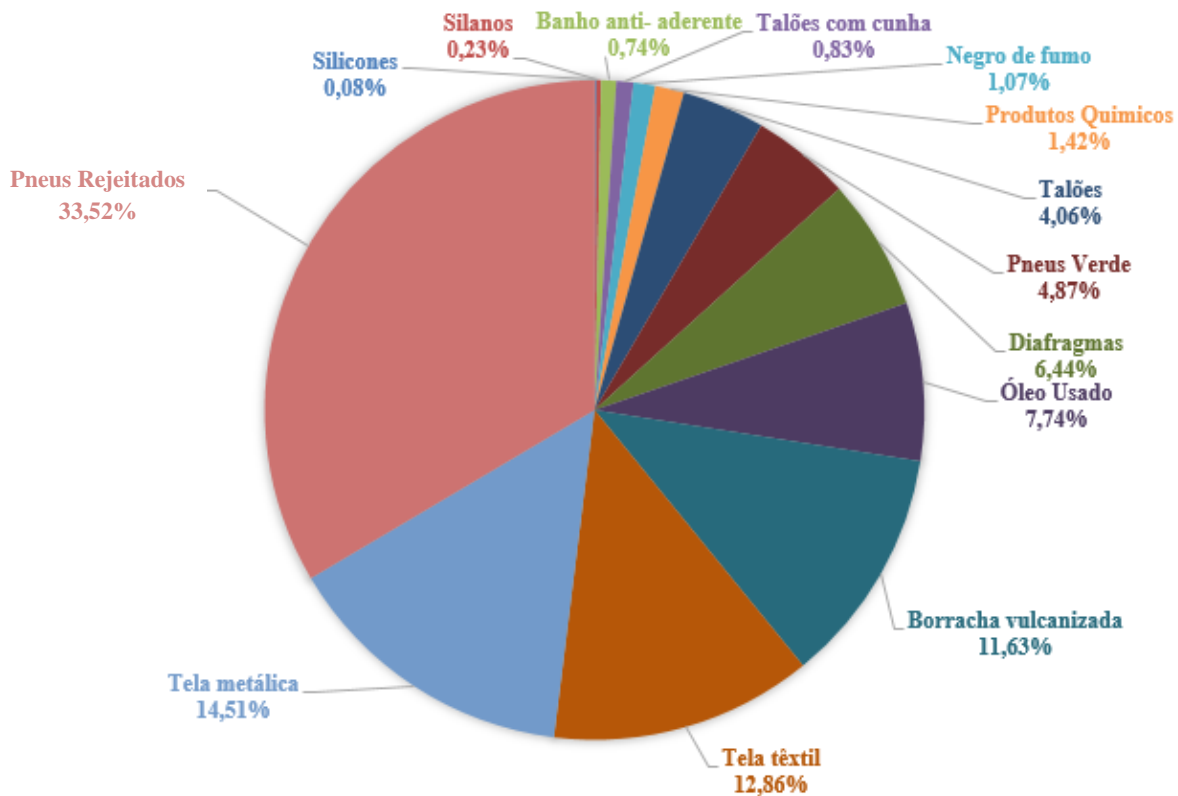
**Tabela 3** - Percentagem dos diferentes resíduos, no total produzido nos últimos 3 anos. *(continuação)*

Resíduo	Código LER	Operação de Valorização/Eliminação	%m/m 2012	%m/m 2013	%m/m 2014
<b>Papel/ cartão</b>	150101	R13	1,84%	2,02%	2,17%
<b>Plástico</b>	150102	R13	16,49%	15,24%	14,22%
<b>Pilhas</b>	200133*	R13/R5	0,01%	0,00%	0,00%
<b>Resíduos elétricos e eletrónicos</b>	200136	R13/R4	0,06%	0,08%	0,12%
<b>Resíduos urbanos mistos</b>	200301	R13	3,85%	4,32%	4,43%
<b>Resíduos de limpeza</b>	150202*	R13	0,59%	0,58%	0,82%
<b>Misturas de tintas e remoção de tintas</b>	080121*	R13/D9	0,01%	0,01%	0,01%
<b>Resíduos separadores</b>	130508*	R13/D9	0,90%	0,58%	0,39%
<b>Resíduos de sistema de filtragem</b>	160508*	D9/D5	0,12%	0,12%	0,11%
<b>Resíduos de impressão</b>	160216	R12	0,01%	0,01%	0,02%
<b>Sucata de ferro</b>	200140	R4	4,59%	4,96%	6,83%
<b>Baterias</b>	160601*	R13/R4	0,12%	0,00%	0,00%
<b>Solvente Codisa</b>	140603*	R13	0,02%	0,02%	0,02%
<b>Líquido de lavagem Codisa</b>	120301*	D15	0,07%	0,07%	0,08%
<b>ContiSeal</b>					
<b>Peróxidos</b>	160904*	D15/D9	0,05%	0,05%	0,05%
<b>Pneus</b>	160103	R1	0,18%	0,11%	0,00%
<b>Resíduos de polibutenos</b>	070204*	R13	0,02%	0,06%	0,04%
<b>Sealant</b>	070299	D9/D5	1,49%	2,34%	1,24%

Em termos de quantidade total, verificou-se uma redução de 1,3% de 2012 para 2013 e de 3,5% de 2013 para 2014. Relativamente ao destino final, este tem-se mantido relativamente constante ao longo dos três últimos anos, tendo havido apenas alteração ao nível de operadores, de acordo com as propostas apresentadas. Verifica-se que apenas os resíduos que são perigosos sofrem eliminação.

Tendo em conta a quantidade total de resíduos que provêm do processo produtivo, relativamente ao ano de 2014, procedeu-se à análise mais detalhada da sua contribuição. Neste sentido, apresentam-se na Figura 12 os respetivos resultados.





**Figura 12-** Distribuição percentual dos resíduos produzidos no processo produtivo

Analisando a Figura 12 verifica-se que os resíduos provenientes do processo produtivo gerados em maior quantidade são os pneus rejeitados e a tela metálica pelo que o seu estudo parece merecer especial atenção. Adicionalmente, para perceber a sua efetiva importância, é necessário ter ainda em consideração o seu destino final bem como os custos associados, questões que serão analisadas de seguida.

Constata-se que quase metade dos resíduos gerados sofrem exclusivamente valorização energética sendo que a Tabela 3 mostrou que os que têm apenas esse destino são os pneus rejeitados e a tela metálica.

Por outro lado, a borracha poderá também sofrer valorização energética, contudo pode ainda ser valorizada materialmente (opção mais nobre do ponto de vista da hierarquia de gestão), pelo que apenas os pneus rejeitados e a tela metálica não têm qualquer alternativa de valorização.

Os operadores responsáveis pela gestão dos resíduos identificados, em 2014, apresentam-se na Tabela 4.

**Tabela 4** - Operadores responsáveis pela gestão dos resíduos produzidos na Continental

<b>Empresa</b>	<b>Tipologia de resíduos</b>	<b>Código LER</b>
<b>Recauchutagem Nortenha S.A.</b>	Pneus rejeitados	160103
	Pneus em verde	070299
	Tela metálica	070299
	Borracha	070299
	Talões com cunha	070299
<b>Reciclosilva, Unipessoal, Lda.</b>	Plástico	150102
	Madeira	150103
	Bidões metálicos	150104
	Papel/ Cartão	150101
	Talões Metálicos	200140
<b>EGEO, S.A.</b>	Resíduos Urbanos	200301
	Resíduos Elétricos e Eletrónicos	200136
	Monitores	200135*
	Resíduos Separadores	130508*
	Gorduras Alimentares	200125
	Baterias	160601*
	Pilhas	200133*
	Águas contaminadas com solvente	160709*
<b>Metais Jaime Dias, S.A.</b>	Sucata metálica	200140
	Cabos elétricos	160216
<b>Filipe Almeida Santos</b>	Pneus rejeitados	160103
<b>Mebol Metalurgia Borracha Lda.</b>	Borracha	070299
	Tela têxtil	070299
<b>Jorge Batista – Reciclagem de Metais Lda.</b>	Sucata (Aço e alumínio)	200140
<b>Sienite – Transformadora de Borracha e Plásticos, Lda.</b>	Tela têxtil	070299
	Borracha (Pisos)	070299
<b>SISAV – Sistema Integrado de Tratamento e Eliminação de Resíduos, S.A.</b>	Banho Antiaderente	160305*
	Embalagens Contaminadas	150110*
	Filtros	150202*
	Lamas ETARI	070211*
	Lâmpadas	200121*
	Massas Oleosas	130899*
	Negro fumo	160304
	Óleo com borracha	130899*
	Produtos Químicos	160508*
	Silanos	160305*
	Silicones	070216
	Resíduos de Limpeza	150202*
	Misturas de Tintas e remoção de tintas	080121*
	Peróxidos	160904*
	Polibuteno	070204*
	Sealant (Vedante)	070299
<b>ISETE – Inovação, Soluções Económicas e Tecnologia Ecológica, Lda</b>	Resíduos de Impressão	160216

**Tabela 4** - Operadores responsáveis pela gestão dos resíduos produzidos na Continental (*continuação*)

<b>Empresa</b>	<b>Tipologia de resíduos</b>	<b>Código LER</b>
<b>Industrias MUJKA, S.A. (Espanha)</b>	Tela Têxtil	070299
	Borracha	070299
	Diafragmas	070299
	Pneus em verde	070299
<b>De Ruijter International (Holanda)</b>	Tela têxtil	070299
	Borracha	070299
	Diafragmas	070299
<b>Rentokil Initial Portugal – Serviços de Proteção Ambiental Lda</b>	Resíduos de higiene feminina	200301
	Resíduos Hospitalares	180103* / 180101
<b>Safetykleen Portugal – Solventes e Gestão de Resíduos SA</b>	Solventes CODISA	140603*
	Líquido lavagem CODISA	120301*
<b>Long Bright World Wide (Hong Kong)</b>	Tela têxtil	070299
	Pneus em verde	070299
	Diafragmas	070299
	Borracha	070299

Analisando as empresas gestoras, verifica-se que a Recauchutagem Nortenha é a empresa que gere praticamente a totalidade de pneus rejeitados e tela metálica produzidos pela Continental Mabor. Nesta, realiza-se a valorização energética por um processo de incineração dedicada.

De seguida apresenta-se uma análise aos custos associados à gestão dos resíduos gerados diretamente pelo processo produtivo. Estes valores foram obtidos através da base de dados existente na Continental Mabor. Esta base de dados é a mesma onde são imputadas as quantidades de resíduos gerados, sendo que esta é da responsabilidade da Direção de Qualidade, em particular do departamento de processos e produtos. Nesta é possível obter os dados relativamente aos resíduos gerados, bem como as percentagens do custo de produção (COP) a si associadas.

Os custos apresentados serão em termos de percentagem COP, uma vez que por motivos de confidencialidade não é possível revelar os valores absolutos do custo de gestão de cada resíduo. O cálculo consiste na relação entre os custos da geração de resíduos ( $\text{kg} \times \text{€}/\text{kg}$ ) e os custos de pneus entregues em armazém ( $\text{n}^\circ \text{ pneus} \times \text{€}/\text{pneu}$ ). O custo de geração de resíduos inclui o custo da matéria-prima, o custo de produção do material que originou resíduo, o custo da mão-de-obra e o custo do destino final dos resíduos. Já o custo dos pneus entregues em armazém engloba todos os custos referidos antes, aplicados ao produto pneu (englobando todo o processo), menos o dos resíduos, uma vez que se considera um produto final conforme. Esta percentagem é utilizada pela empresa de modo a verificar quais materiais e produtos estão a gerar mais resíduos e quais os mais críticos em termos económicos para a empresa.

Os valores de percentagem COP para os resíduos que derivam apenas do processo produtivo são apresentados na Tabela 5.

**Tabela 5** - Percentagem COP dos resíduos do processo produtivo.

Tipologia de Resíduo	Código LER	Destino Final	Percentagem COP (2014)	Peso Relativo do COP
<b>Resíduos do processo produtivo</b>				
<b>Banho anti- aderente</b>	160305*	D9	<0,01%	<0,01%
<b>Borracha vulcanizada</b>	070299	R1 e R3	0,05%	3,43%
<b>Diafragmas ou camada interna</b>	070299	R3	<0,01%	0,06%
<b>Negro de fumo</b>	160304	R13/ D9	0,07%	4,59%
<b>Óleo Usado</b>	130899*	R13		
<b>Produtos Quimicos</b>	160508*	R13/D9		
<b>Silanos</b>	160305*	R13/D9		
<b>Silicones</b>	070216*	R13/D9		
<b>Pneus rejeitados</b>	160103	R1	0,66%	42,86%
<b>Pneus Verde</b>	070299	R3	0,17%	11,18%
<b>Talões</b>	200140	R13	0,05%	2,97%
<b>Talões com cunha</b>	070299	R3	<0,01%	0,06%
<b>Tela metálica</b>	070299	R1	0,26%	16,55%
<b>Tela têxtil</b>	070299	R3	0,28%	18,29%

Analisando a tabela anterior, é possível verificar que em termos de custos para a empresa os resíduos que causam mais impacto são os pneus rejeitados, a tela têxtil e a tela metálica, representando em termos de peso relativo cerca de 43, 18 e 17%, respetivamente. Contudo, no que concerne à tela têxtil, esta é a junção de dois materiais do processo produtivo, a tela têxtil e a cinta têxtil (cap ply), sendo que os dois em separado apresentam, respetivamente, uma percentagem COP de 0,149% e de 0,134%, apresentando assim uma expressão no total dos resíduos do processo similar aos “pneus verde” e significativamente menos do que os dois anteriores, os pneus rejeitados e a tela metálica, que representam juntos cerca de 50% em termos de percentagem COP.

Verificando ainda o destino final, é possível concluir que dos três resíduos em causa, a tela têxtil apresenta exclusivamente valorização material, ao passo que os pneus rejeitados e a tela metálica sofrem valorização energética, apresentando assim, ainda, potencial para melhoria ao nível da valorização tendo em conta a hierarquia da gestão de resíduos (sendo certo que qualquer medida que preveja a redução e a reutilização será naturalmente uma grande mais valia para os outros resíduos, que sofrem valorização

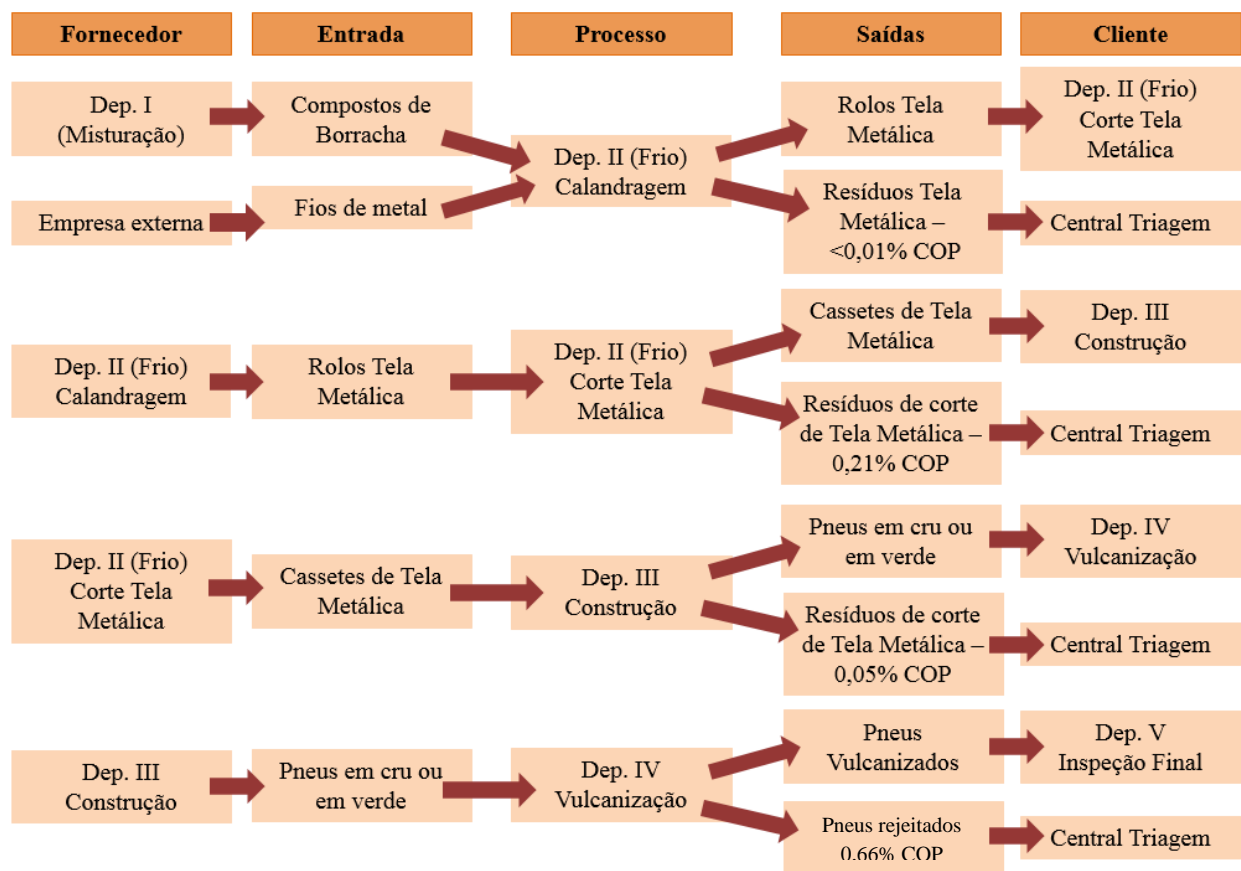
material). No trabalho que se apresenta, centrou-se na avaliação destas duas tipologias de resíduos, em particular com o objetivo de permitir a sua valorização material, alterando o seu impacto nas vertentes anteriormente abordadas (processual, ambiental e económica).

Outra questão muito importante relaciona-se com a qualidade. O facto de haver resíduos que resultam de se considerar o produto não conforme mostra que existe um potencial de melhoria da qualidade que merece ser explorado, permitindo também benefícios ambientais e económicos.

No próximo Capítulo apresenta-se um estudo detalhado destas duas tipologias de resíduos que consubstanciam as propostas de melhoria apresentadas posteriormente.

## 5. Estudo da gestão atual dos resíduos identificados como críticos

Para se proceder à análise dos resíduos anteriormente identificados como críticos é necessário antes proceder à análise do fluxo específico do processo a eles associado. O fluxo teve em conta os dados obtidos em 2014, através da base de dados referida anteriormente. A Figura 13 mostra o fluxo da tela metálica e dos pneus rejeitados, desde a receção das matérias-primas até à sua geração.



**Figura 13** - Fluxo específico de geração de resíduos de tela metálica e pneus rejeitados.

Através da análise da Figura 13, é possível identificar os locais do processo onde a percentagem COP, anteriormente apresentada, é maior para cada um dos resíduos em causa; uma vez que os pneus rejeitados são o produto final não conforme, estes são considerados resíduos, naturalmente, apenas no final do processo. No caso da tela metálica não se passa o mesmo pelo que é importante perceber onde a geração de resíduos de tela metálica é mais crítica, dado que será neste processo específico que se deverá à partida

atuar. Partindo da análise do fluxo apresentado acima, pode concluir-se que dada a percentagem COP associada, o processo mais crítico é o corte de tela metálica, uma vez que apresenta uma percentagem COP de 0,21%.

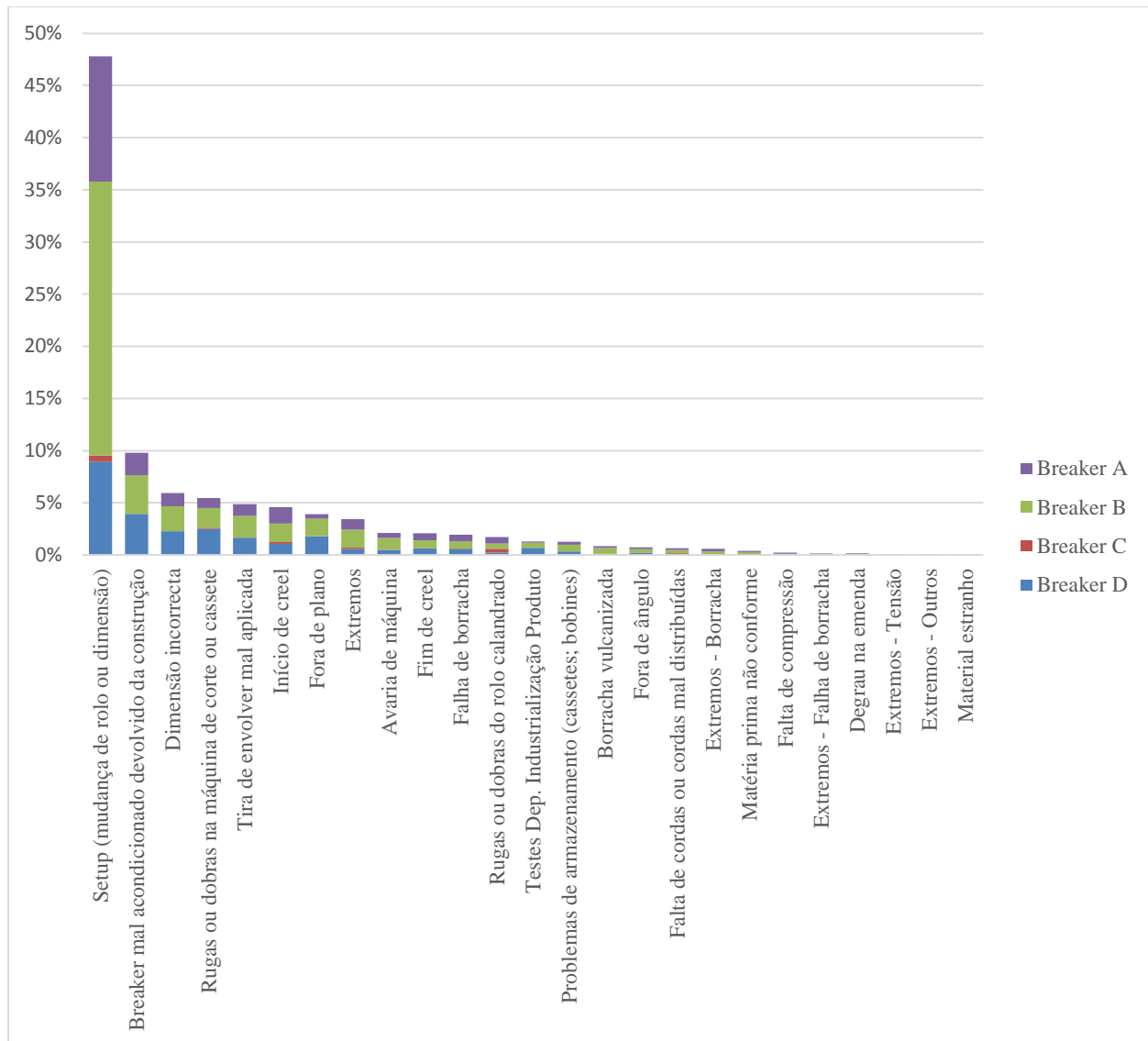
De seguida apresentam-se os resultados relativos à avaliação dos processos associados à geração das duas tipologias de resíduos. No caso da tela metálica serão apresentados resultados relativos ao estudo detalhado do processo de corte, pelos motivos anteriormente explicados, bem como da gestão dos resíduos produzidos e a sua composição. No que concerne aos pneus rejeitados e dado que os mesmos são gerados como resíduos apenas no final do processo e a sua geração depende dos restantes materiais, será apenas apresentada informação relativa à sua composição, para verificar a possibilidade de encontrar alternativas mais nobres para a sua gestão.

## **5.1 Tela metálica**

A tela metálica é produzida na Calandra, onde se impregna a borracha que se obtém na fase de mistura com o metal. A tela metálica é composta por 45% de borracha e 55% de metal, em massa; este metal é aço com revestimento de cobre. Durante a sua produção na calandra, a tela é colocada em rolos, sendo que posteriormente estes rolos são levados para as máquinas de corte de tela metálica, a fim de se proceder ao seu corte segundo um ângulo e largura necessários para cada tipo de pneu. Nesta máquina são várias as causas que podem gerar resíduos, desde problemas com as máquinas, imperfeições identificadas no material, bem como durante o processo de ajuste das diferentes medidas para o corte.

Neste sentido, e para identificar qual a causa que mais resíduos gerados, foi analisada a produção de resíduos durante o ano de 2014, para o corte de tela metálica. Na Figura 14 são apresentadas as percentagens das diferentes causas de imperfeições associadas à geração total de resíduos pelo corte de tela metálica, sendo que estas representam a totalidade de resíduos gerados.

Existem quatro materiais de tela metálica (A, B, C e D), sendo que a sua composição é igual, bem como a matéria-prima usada. O que os distingue é a quantidade de fios de metal usados, bem como a torção que sofrem, assim quantos mais fios contiver, também irá ter mais borracha, sendo a composição igual para os quatro materiais. Assim, estes materiais têm pesos diferentes, sendo o Breaker D o mais pesado e o Breaker C o mais leve.

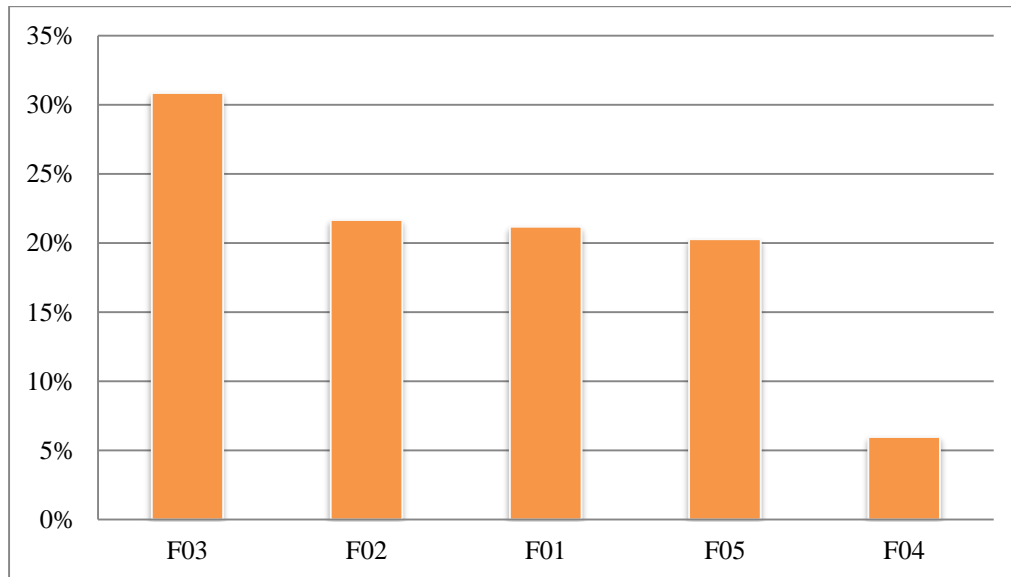


**Figura 14** - Causas da geração de resíduos na máquina de corte de tela metálica e seu peso relativo, em 2014.

Procedendo-se à análise da Figura 14, verifica-se que são diversas as causas de geração de resíduos nas máquinas de corte. Contudo, é evidente, no que toca às causas que geram imperfeições no material, conduzindo a resíduos, aquela que apresenta maior impacto é o “Setup”. Entende-se por “setup” a operação de ajuste a realizar quando se realiza uma mudança de largura ou ângulo ou quando se muda de rolo. Isto acontece em virtude da diversidade de pneus produzidos na Continental Mabor, sendo necessário cortar a tela metálica de acordo com o ângulo e largura necessários. Uma vez que existem cinco máquinas de corte de tela metálica, embora apenas quatro estejam em total funcionamento, é necessário perceber qual a máquina que gera mais resíduos durante o “setup”. Realça-se que das cinco máquinas existentes, a máquina F05 é a mais recente, sendo a que tem uma tecnologia diferente das restantes. As outras quatro apresentam

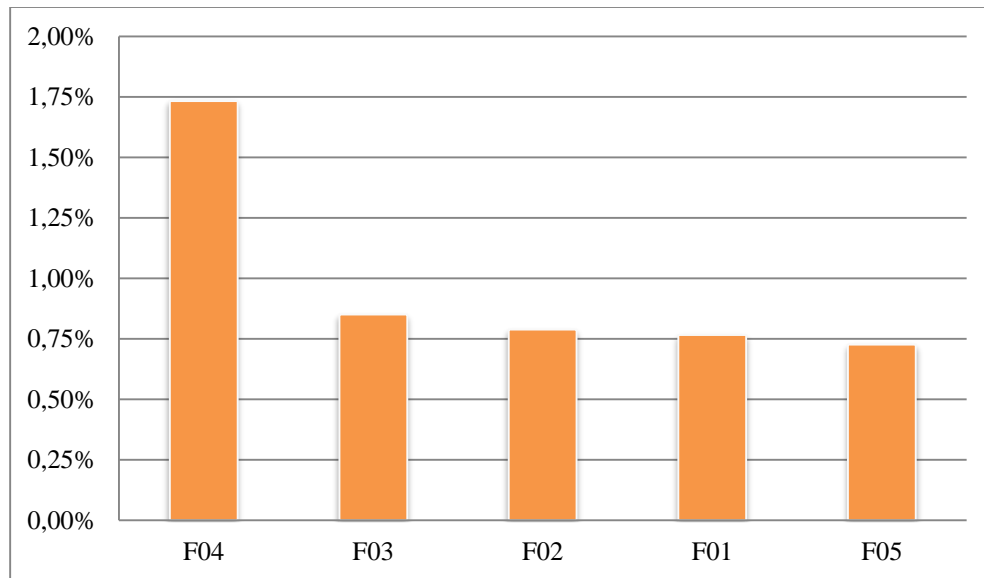


tecnologias semelhantes, apenas com determinadas variantes, sendo a máquina F04 a mais antiga. Na Figura 15 são apresentados os resultados obtidos através da análise dos dados de 2014. Estes resultados estão expressos relativamente à quantidade total de tela metálica produzida pelas máquinas (kg resíduo/kg tela metálica produzida).



**Figura 15** – Percentagem de resíduos de tela metálica por máquina tendo em conta a produção de resíduos de tela metálica.

No que concerne à análise da Figura 15, verifica-se que tendo em conta a quantidade total de resíduos gerados, a máquina que mais contribui é a F03. Foi ainda determinada, de forma normalizada, também para 2014, a percentagem de resíduos gerados por cada máquina, tendo em conta a produção em cada uma delas (kg resíduo/kg tela metálica produzida em cada máquina), de modo a verificar qual a máquina que poderia servir como máquina piloto para o estudo; os resultados apresentam-se na Figura 16.



**Figura 16** – Percentagem de resíduos gerados por quantidade de produto produzido por máquina.

Tal como referido anteriormente, apenas quatro das cinco máquinas existentes apresentam total funcionamento, sendo que a F04 apenas funciona alguns dias por ano. Analisando a Figura 16 verifica-se que esta é a máquina que gera mais resíduos tendo em conta a sua produção. Contudo, e dado ser a mais antiga e não ser *standard* apenas funciona em determinadas alturas do ano, pelo que basear a análise nesta não seria a situação ideal. Por isso, é necessário que a análise e identificação de causas geradoras de resíduos se baseie numa das restantes quatro máquinas, dado serem as que funcionam em pleno. Assim, dada a produção de cada uma das máquinas, a máquina que gera mais resíduos por “Setup” a considerar é a máquina F03.

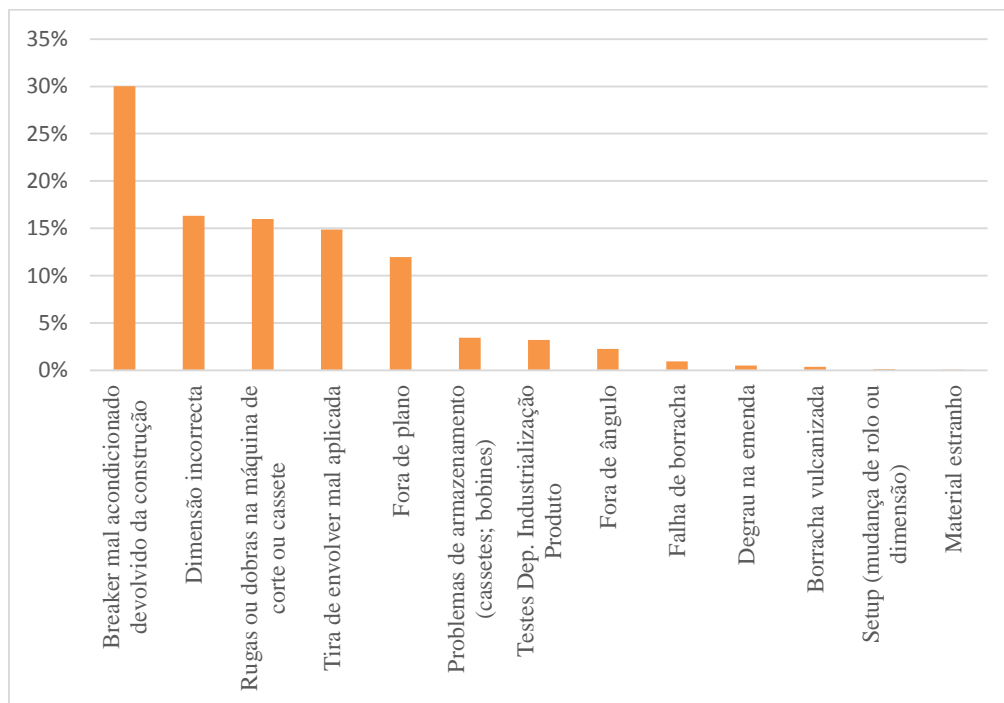
No que respeita ao material cortado em cada máquina é importante saber que em termos produtivos o material mais usado, e assim o mais cortado, é o Breaker B. Este é cortado nas máquinas F01 e F05, normalmente. No entanto, quando necessário, a máquina F03 pode auxiliar no corte deste material. Relativamente ao Breaker A, este é preferencialmente cortado na F02, ainda assim, e tal como verificado no Breaker B, este pode ser cortado na F03, quando uma só máquina não consegue cortar material suficiente para abastecer todas as máquinas do Departamento III. Dos restantes materiais, o Breaker C é exclusivamente cortado na F01, embora durante o ano de 2014, tenha sido cortado também na F05; o Breaker D é cortado na F03. Este só não é cortado nesta máquina quando esta se encontra em manutenção ou avariada. Consequentemente, a máquina que corta um maior número de materiais diferentes é também a F03.

Tendo em conta a maior causa de geração de resíduos nas máquinas de corte, o “Setup”, e a máquina que mais gera de resíduos, tendo em conta a quantidade total de resíduos e a produção, bem como a

diversidade de materiais cortados, considerou-se que a F03 é a máquina na qual se deve centrar o estudo de identificação de causas geradoras destes resíduos, e ser o objeto de possíveis implementações de medidas de melhoria.

Para além da geração de resíduos por “Setup”, a segunda causa mais geradora de resíduos é o “breaker” (tela metálica) mal acondicionado devolvido da construção. A fim de se perceber a geração destes resíduos é necessário entender como ocorre este processo. A análise desta componente passa a ser apresentada de seguida.

A tela metálica é cortada nas máquinas de corte e enrolada em cassetes, de seguida essas cassetes seguem para a construção. Na construção, esta tela é cortada segundo o tamanho do pneu, contudo durante o corte da tela podem ser identificadas causas de imperfeição. Assim, os cortes são colocados à parte para posterior envio para o Departamento II (Preparação a Frio), para a recuperadora de tela metálica. Nesta verifica-se se os cortes realmente apresentam alguma imperfeição e seguem para resíduos ou se são passíveis de recuperação e novo envio para a construção. Esta recuperação pode passar por cortar parte do corte que não esteja dentro do especificado, ou apenas confirmar se este realmente está mal, e se este se encontrar dentro das especificações voltar a colocá-lo numa cassete e enviar de novo para a construção. Na recuperadora de tela metálica são identificadas diversas causas pelas quais os cortes são considerados resíduos. As causas identificadas em 2014, em termos percentuais, encontram-se apresentadas na Figura 17.



**Figura 17** – Distribuição percentual das causas de geração de resíduos identificadas na recuperadora, em 2014.

Através da Figura 17, verifica-se efetivamente que a maior percentagem do material que chegou à recuperadora, em 2014, e seguiu para resíduos, foi devido ao mau acondicionamento ao ser devolvido da construção.

Este mau acondicionamento ocorre quando os cortes são colocados nas paletes que se encontram na recuperadora. Assim, é também importante que se tenha em consideração esta forma de geração de resíduos, uma vez que parece relevante a avaliação de possíveis medidas de melhoria.

Sendo que as duas maiores causas apresentadas na Figura 13, representam cerca de 58% da geração de resíduos de tela metálica, no Departamento II (Preparação a Frio), o estudo de possíveis medidas de melhoria recaiu sobre estas.

No que concerne à gestão de resíduos da tela metálica, tal como apresentado no capítulo 4.4.3, estes foram enviados, em 2014, na sua totalidade, para a empresa Nortenha, sendo que sofreram valorização energética (R1). Tal envio custou à Continental Mabor cerca de 76,5 €/t. Tendo em consideração a composição da tela metálica, seria pertinente considerar uma gestão que passe pela sua valorização material, e que acarrete menos custos para a empresa, permitindo, nomeadamente, a separação da borracha do metal.

## **5.2 Pneus rejeitados**

Tal como demonstrado e explicado no início deste capítulo, os pneus dado serem o produto final deste processo, são apenas identificados como resíduos no final, caso não estejam conformes, sendo designados como pneus rejeitados.

Estes são dados como resíduos se não garantirem as especificações necessárias ou se apresentarem qualquer imperfeição. Assim, estes podem ser logo identificados como resíduos após a vulcanização, quando a imperfeição é mais explícita, ou chegam até à inspeção visual, e são nessa fase identificados como resíduos. Por vezes, quando o tempo de vida do pneu em armazém expira, estes tornam-se também resíduos.

Através dos valores de pesagem de cada componente que constitui um pneu médio da Continental Mabor, foi possível verificar a sua composição. Assim, um pneu tem em média uma composição e 83,3% de borracha, 7,5% de têxtil e 9,2% de metal.

Os pneus rejeitados foram, em 2014, totalmente entregues e geridos pela Nortenha para valorização energética (R1). Esta entrega dos pneus para gestão na empresa Nortenha, teve um custo de 76,5 €/t, tal como a tela metálica. Sendo que estes pneus são todos cortados como medida de segurança para a empresa, Continental Mabor, e uma vez que não passaram nos testes de qualidade, estes não são passíveis de serem recauchutados.

Considerando a composição dos pneus, é importante considerar uma possível valorização material, tal como ocorre com os pneus usados. Neste sentido, seria pertinente avaliar essa possibilidade, de modo a uma melhor valorização e uma possível redução de custos para a Continental Mabor.



## **6. Propostas de melhoria**

### **6.1 Tela metálica**

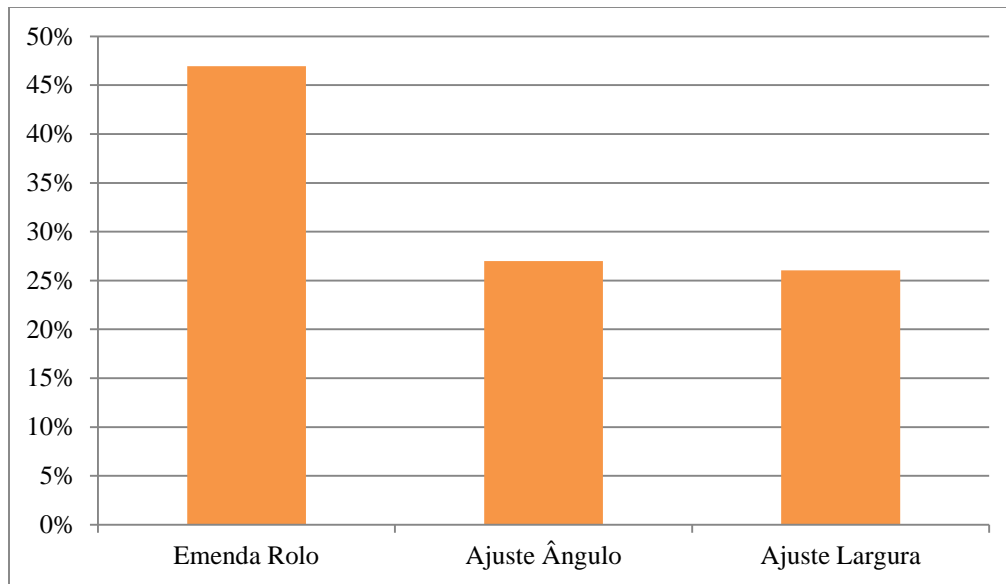
#### **6.1.1 Prevenção de geração de resíduos**

Após a realização do estudo da gestão de resíduos identificados como críticos, e depois da verificação de que, no caso das máquinas de corte, o que mais contribui para a geração de resíduos é o “Setup”, foi necessário perceber qual o tipo de “Setup” que mais contribui para essa geração. Isto é, um “Setup” pode ser gerado por mudança de ângulo, quando se tem que mudar a máquina para cortar material com outro ângulo; por mudança de largura, quando a medida seguinte à que se está a cortar apresenta uma largura diferente, e é necessário proceder a ajustes ao longo da máquina até o material chegar à estação de enrolamento, nas cassetes; e, quando se muda de rolo de tela metálica a ser cortado, sendo que neste caso é necessário fazer uma emenda entre os dois rolos, o que estava a ser cortado na máquina e o que vai ser cortado.

Para se determinar que tipo de mudança mais contribui para os resíduos gerados no “setup”, foi acompanhado cada “Setup” e foram pesados todos os resíduos gerados por esta causa, separando pelo tipo de “setup”. Foi assim definido acompanhar o processo durante cerca de um mês, de modo a que fosse possível garantir que todas as medidas fossem cortadas, bem como garantir que fosse possível registar uma maior variedade de situações possíveis de ocorrer durante o processo produtivo e que fossem geradoras de resíduos, garantindo assim resultados representativos. Assim, de 24 de março de 2015 a 30 de abril de 2015, foram dadas aos operadores folhas onde estes deveriam registar o peso de cada “setup” que realizassem. Assim, quando realizavam uma mudança de ângulo, rolo ou largura deveriam separar os resíduos gerados segundo o motivo, e de seguida pesá-los numa balança que se encontrava junto da máquina. Nesta folha cada operador deveria também registar a data e equipa correspondente.

O acompanhamento passou pela visualização da metodologia usada por cada operador, registando todas as possíveis causas de geração de resíduos, bem como as possíveis melhorias, tendo em conta o que se verificava também com a máquina durante o primeiro turno. Uma vez que os turnos são rotativos, mesmo só se tendo acompanhado o primeiro turno, todas as equipas foram acompanhadas de igual forma. Durante o turno era verificado se o operador preenchia de forma correta a folha de registos e registadas diversas situações que ocorriam durante o turno e podiam ser causa de geração de resíduos ou possível melhoria.

Os resultados referentes às causas de geração de resíduos no “setup” apresentam-se na Figura 18.



**Figura 18** – Peso dos diferentes tipos de setup na produção de resíduo de tela metálica, na máquina F03, no período de 24 de março a 30 abril

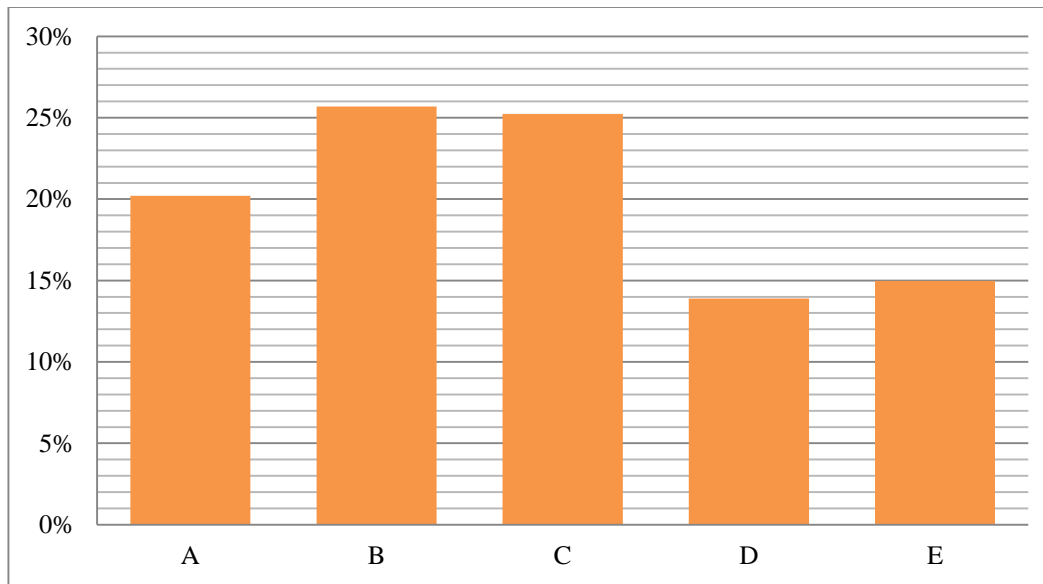
Através da análise da Figura 18, verifica-se que o “setup” que mais contribui para a produção destes resíduos é a emenda de rolo. Contudo, uma redução em qualquer uma das três formas de “setup” seria benéfica, uma vez ser esta é a causa que mais impacto na quantidade de resíduos apresenta.

Uma vez que existem cinco equipas, várias pessoas trabalham em cada máquina. Verificou-se que as diferentes equipas realizam ajustes distintos no seu método de trabalho, conduzindo a diferentes formas de realizar o “setup”, dependendo de cada equipa e/ou operador.

Para além deste fator humano, existem ainda diversas causas que podem influenciar a geração de resíduos, devido a anomalias decorrentes da própria máquina. Assim, verifica-se que, por exemplo, os sistemas de centragem podem estar desajustados, dado que estes servem para que o material chegue às lâminas de corte centrado, sendo que quando isto não acontece podem-se verificar variações nas especificações.

Todavia, mesmo identificando os pequenos ajustes necessários à máquina, é ainda necessário ter em conta que as melhorias seriam aplicadas a todas as máquinas, pois só assim existiria uma redução de resíduos efetiva. Por esse motivo, situações como as anteriormente descritas da máquina (F03) devem ser futuramente verificadas nas restantes máquinas, ou identificarem-se outras situações pertinentes de correção e mudança de acordo com cada máquina.

Relativamente às equipas, existem cinco, três das quais são equipas da semana e as restantes de fim-de-semana. As equipas da semana são a equipa A, B e C, as equipas D e E são de fim-de-semana. Os resultados da geração de resíduos de cada equipa são apresentados na Figura 19.



**Figura 19** – Percentagem da geração de resíduos do corte de tela metálica, por equipa, na máquina F03

A geração de resíduos nas equipas de fim-de-semana é inferior à das equipas da semana devido ao número de horas efetivo de cada turno. Para uma correta comparação, seria necessário normalizar os resultados, contudo, tal não foi possível uma vez que os operadores realizaram a pesagem dos resíduos gerados por “setup” mas a massa dos restantes resíduos foi registada por estimativa. Assim, só foi possível comparar as equipas A, B e C e em separado as E e D.

Assim, fazendo uma análise estatística aos resultados (utilizando um teste t-student), verifica-se que não existem diferenças significativas entre as equipas B e C e E e D; contudo, comparando a junção das equipas B e C com a A, estas são significativamente diferentes ( $p < 0,05$ ). Assim, considerando o período de análise, constatou-se que a equipa com menor geração de resíduos entra as equipas da semana, é a equipa A e as equipas de fim-de-semana não apresentam diferenças significativas.

Cada equipa define de forma diferente a ordem pela qual corta as medidas de tela metálica, embora todas as equipas respeitem as necessidades de tela de construção. Perante a análise dos resultados, constatou-se que o método de trabalho e a ordem pela qual se corta o material tem grande impacto na geração de resíduos. Em consequência, identificou-se a necessidade de definir critérios na gestão do corte de “breaker” e melhorar o método de trabalho no “setup” de modo a obter uma redução efetiva de geração de resíduos, sem prejuízo para o processo produtivo.

No que se refere às melhores práticas usadas pelas equipas, foi possível verificar que todas elas apresentam práticas que poderiam ser utilizadas para criar um método mais eficiente que seria aplicado a todas as equipas.



Perante todos os resultados recolhidos e todas as observações realizadas foi elaborado, em conjunto com uma equipa de engenheiros da Continental Mabor, um plano de ações a fim de diminuir a geração de resíduos. Este plano considera 14 ações que passam pelo aumento da capacidade de material enrolado no rolo calandrado, aumento da capacidade de enrolamento nas cassetes da estação de enrolamento, ajuste estruturais às máquinas, criação de critérios para definir a ordem de corte do material e atualização do método de trabalho. O plano completo encontra-se apresentado no Anexo A, em conjunto com as datas previstas para proceder à sua implementação.

Analisando as ações descritas no plano é possível perceber que diversas causas técnicas podem limitá-las, tal como a ação referente à alteração da forma de corte do tecido metálico na calandra, a fim de facilitar o ajuste do ângulo nas máquinas de corte e a colocação de mais metragem nos rolos calandrados. Estas duas ações encontram-se limitadas devido a características técnicas da calandra e do local de armazenamento, que não comporta o diâmetro necessário dos rolos. Para além disto, estas duas ações e outras encontram-se limitadas devido à necessidade de investimento, o que dificulta a sua implementação imediata. Assim, a que se encontra como ação possível a implementar, de acordo com o estudo realizado, é a ação referente à definição de critérios para a ordem de corte do material, complementando-a com a realização de um método de trabalho mais eficiente. Relativamente ao método de trabalho, já existia um método definido; contudo, este apresentava-se relativamente incompleto no que toca a medidas que pudessem reduzir a geração de resíduos. Com base nesse, foram assim feitas alterações para que este se encontrasse de acordo com o processo e para conter as medidas que são mais adequadas em termos de redução de resíduos. Partes do plano de ações são apresentadas no Anexo B, não sendo possível a sua publicação completa por motivos de confidencialidade.

As principais diferenças aplicadas no método de trabalho foram relativas à sua organização, assim como complementos relativamente a medições a serem realizadas e medidas de modo a reduzir a geração de resíduos.

Relativamente às medidas para redução de resíduos, estas passam pelo ajuste do ângulo e pela troca de rolo. No que concerne às medidas usadas para ajuste de ângulo, estas passaram por uma alteração ao método de trabalho. Assim, o corte para ajuste do ângulo na máquina deve ser feito de forma manual, ajustando a distância do material à guilhotina, para se cortar apenas uma “tira”, menor possível, de material.

Outras opções como não mudar de ângulo e/ou agrupar cada ângulo a uma máquina não se verificaram viáveis, devido à limitação do número de máquinas existentes e o número de medidas que devem ser cortadas em cada dia. Em termos de redução de resíduos gerados pela mudança de rolo calandrado na máquina de corte, existem também limitações em termos de aproveitamento do material, dado que parte nunca se encontra com o ângulo correspondente à medida a corte. Quando se muda o rolo para outro do mesmo material, os operadores abrem sempre a emenda entre os dois rolos para aproveitar o

máximo de material possível, desde que se encontre de acordo com as especificações, logo não é possível aproveitar mais material e reduzir a geração de resíduos, neste caso. Por outro lado, quando se muda de material e de rolo calandrado, parte do material antigo fica sempre dentro das especificações do novo que entrou (ou seja com a largura ou ângulo da nova medida): neste sentido, e dado que a máquina ainda vai sofrer ajuste até que o material chegue à estação de enrolamento, é possível usar esse material antigo (dentro das especificações do novo) para proceder a esses ajustes e assim evitar que se gere resíduos duas vezes, devido aos ajustes ao longo da máquina.

Tal como indicado antes, a ação passível de testes e implementação mais cedo sem qualquer custo associado é a definição o método de programação da ordem de corte otimizado. Assim, cada supervisor, ou operador, deve verificar qual a ordem de material que deve cortar, tendo em conta a hora a que o material é pedido no departamento de construção, bem como as especificações que este apresenta em termos de largura e de ângulo, e as medidas podem ser cortadas na máquina com determinada ordem.

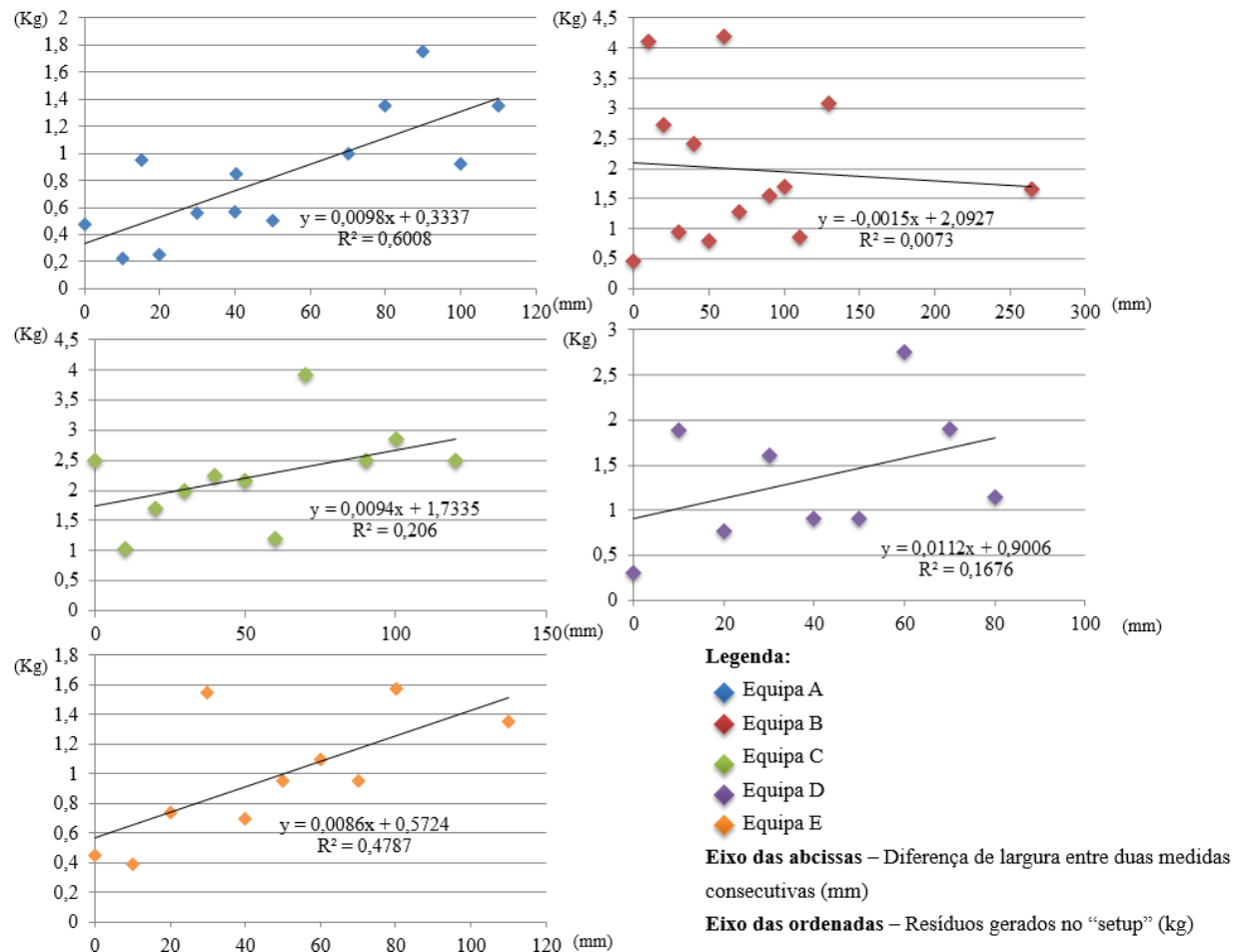
Assim, todos os dias são verificadas as necessidades de acordo com o planeamento de material necessário, tendo sempre em consideração o material que existe no parque de cassetes de corte de tela metálica. De acordo com isso, são dadas aos operadores as listas do planeamento para o corte de tela metálica, que é atualizado a cada duas horas, em média, uma vez que neste tempo podem existir mudanças significativas no departamento de construção, que é o cliente deste departamento, e assim este deve servi-lo das medidas necessitar.

Ao longo do tempo de acompanhamento do processo constatou-se que cada equipa organiza esta ordem de corte de material de forma diferente, sendo que isso traz implicações para a geração de resíduos.

Para avaliar esta questão, durante a segunda e terceira semanas de maio foram recolhidos dados das várias equipas de modo a verificar qual é o método que apresentava uma relação mais linear com a produção de resíduos. O período de análise foi definido tendo em conta que todas as medidas de tela metálica eram abrangidas, foram para tal utilizadas três semanas. Para tal, foi entregue a cada operador uma folha onde devia registar os códigos de todas as medidas que foram cortadas durante o turno. Cada vez que este mudava de medida, ou seja, realizava “setup”, pesavam-se os resíduos gerados e registava-se nessa folha. Após isto, verificava-se a que artigo correspondia cada código, e assim foi possível obter a largura da medida, bem como o ângulo e o tipo de material usado, bem como perceber quando era mudado o rolo na máquina (mudando ou não de material). Depois de obtida toda esta informação, foi possível verificar a geração de resíduos entre medidas consecutivas e assim perceber de que forma as mudanças efetuadas (largura, rolo e ângulo) podiam ter impacto na quantidade de resíduos gerados, e quais as operações que geravam menos resíduos.

Dado que as mudanças possíveis e combinações são muitas, serão apenas apresentados cinco exemplos, com um gráfico de cada equipa a título de exemplo. Estes gráficos foram os escolhidos, uma vez

que representam duas situações ideais, ou seja que se verificaram gerar menos resíduos, apresentando as seguintes características: mesmo material, mesmo ângulo e, mudança de largura entre medidas consecutivas. Os resultados apresentam-se na Figura 20.



**Figura 20** – Linearidade entre diferença de largura de duas medidas consecutivas e resíduos gerados no setup, pelas diferentes equipas (corte de tela metálica, máquina F03).

Da análise dos resultados obtidos para cada uma das equipas, é possível constatar que nenhuma apresenta uma boa relação de linearidade, ou seja, não é linear a relação entre a diferença de largura entre medidas e a geração de resíduos. Ainda assim, tendo em consideração as equipas A e E é visível que esta relação existe, embora com significativa dispersão.

Assim, durante o período de análise, foi testado durante quatro dias, dois dias na primeira semana do acompanhamento e dois na segunda semana, o planeamento e implementação da ordem de corte definida mediante os critérios que, pelas observações do acompanhamento do processo e pelos resultados obtidos durante o estudo da segunda e terceiras semanas de maio (Figura 20), pareciam os mais indicados para

redução de geração de resíduos. Essas observações foram as registadas durante o estudo realizado anteriormente, entre 24 de março e 30 de abril. Estes critérios apresentam-se de seguida:

1. Fixar material, isto é, todas as medidas de um material devem ser preferencialmente cortadas de seguida de modo a que não se mude de material muitas vezes durante o turno;
2. Fixar ângulo, ou seja, cortar todas as medidas do mesmo ângulo seguidas;
3. Cortar tentando diminuir ou aumentar a largura o menor possível;
4. Juntar todas as medidas em que se retira uma tela metálica de cada vez, para que não se tenha que mudar muitas vezes a máquina;
5. Juntar todas as medidas do mesmo tipo de tira a aplicar, para evitar demasiadas mudanças na máquina;
6. Quando se muda de ângulo, usar uma medida com largura igual à anterior ou a menor diferença possível;
7. Evitar mudanças de largura bruscas, mesmo quando se muda de material de rolo calandrado;
8. Após uma mudança de ângulo, proceder da mesma forma para mudar a largura, aumentando ou diminuindo de forma gradual, tendo em consideração a largura da medida que será colocada quando se voltar a mudar de ângulo;
9. Quando se muda de material de rolo calandrado, tentar não mudar de ângulo e usar os mesmos critérios para a largura anteriormente descritos;
10. Quando se conjugam medidas diferentes para não se retirar uma tela de cada vez, deve ter sido em consideração os acertos necessários, após a realização do inventário.

Foi verificado qual o peso médio de cada “setup”, por qualquer combinação das causas (mudança de rolo, largura e ângulo) sem a aplicação dos critérios, e com a aplicação dos critérios. Este estudo contemplou o acompanhamento de duas equipas, a A e a B. Na Tabela 6 apresentam-se os valores obtidos do acompanhamento realizado em duas semanas (duas últimas semanas de maio) quando existiu aplicação dos critérios e quando não existiu aplicação dos critérios.

**Tabela 6** - Peso médio de resíduos formados em cada "setup" com e sem critérios aplicados

<b>Equipa</b>	<b>Resíduos (kg) Sem critérios</b>	<b>Resíduos (kg) Com critérios</b>
<b>A</b>	2,34	2,30
<b>B</b>	3,03	2,34
<b>Média</b>	<b>2,69</b>	<b>2,32</b>

Perante os resultados apresentados na Tabela 6 foi feito aplicado um teste estatístico (t-student) tendo-se verificado que a diferença entre os resultados obtidos com e sem critérios é significativa ( $p < 0,05$ ).

Considerando que a produção de tela metálica em 2015 será igual à produção de 2014, esta alteração resultará numa redução de 12,5% por mudança (“Setup”). A implementação desta alternativa permitirá ainda uma poupança de cerca de 45 100 €/ano, considerando o custo atual de encaminhamento da tela metálica, assim como uma redução de 6% na geração de resíduos de tela metálica. Esta redução deve-se à alteração da ordem de corte, bem como do método de trabalho, dado que durante o período desta análise este já estava a ser cumprido pelos operadores.

Tal como referido no capítulo 5.1, também foram estudados os resíduos gerados por “breaker” mal acondicionado devolvido da construção. Neste caso criou-se um método de trabalho específico, contudo este não será apresentado uma vez que não foi realizado diretamente pelo grupo de trabalho que esteve a servir de apoio a este estudo. Este método de trabalho inclui a compra de novos carros de transporte de cortes devolvidos da construção, bem como a definição de outros operadores para fazerem esse transporte; assim, não existirá sobrecarga para os transportadores de tela metálica e deixará de existir “breaker” mal acondicionado devolvido da construção.

Outra vertente de estudo foi a avaliação de possíveis problemas na recuperadora de tela metálica. Neste sentido, foi acompanhado o seu processo de modo a verificar quantos cortes em média chegavam por turno, e a percentagem que era passível de recuperação, bem como o tempo perdido pelos operadores. Verificou-se que os operadores perdem muito tempo nas máquinas de corte de tela, pois estas não podem parar enquanto os operadores vão almoçar; assim os operadores que se encontram na recuperadora vão substituí-los, não estando nesse período a recuperar cortes.

No que concerne aos cortes, foi ainda possível verificar que a sua maioria é entregue na recuperadora da parte da tarde, para o primeiro turno de trabalho, com pouco cuidado relativamente ao seu acondicionamento. Logo, os operadores da recuperadora poderão não ter realmente tempo para recuperar convenientemente o material. Assim, com o novo método é importante garantir que a devolução dos cortes acontece de forma equilibrada ao longo de cada turno, e não apenas durante uma determinada hora específica, de modo a que seja possível a recuperação eficiente dos cortes.

Perante os resultados obtidos no estudo realizado durante o acompanhamento do processo, verifica-se que, atualmente, dos cortes que chegam à recuperadora cerca de 56,5% são cortes de “breaker” mal acondicionado devolvido da construção, 24,9% são cortes sem possibilidade de recuperação e apenas 18,5% dos cortes que chegam à recuperadora são cortes passíveis de recuperação, e portanto recuperados. Assim, apenas estes 18,5% não são considerados resíduos, uma vez que os 56,5% que chegam com mau acondicionamento não são recuperáveis. Esta impossibilidade de recuperação do material que vai mal

acondicionado deve-se ao facto de os cortes irem todos colados uns aos outros, e quando se tenta descolar uns dos outros dá-se uma alteração do material, fazendo com que este já não respeite as especificações no que toca a ângulo e largura, por exemplo.

O conjunto de cortes que chega anualmente à recuperadora representa cerca de 48 000€, recuperando-se cerca de 8 900€. Seria assim importante eliminar a maior parcela existente de geração de resíduos, na recuperadora, o “breaker” mal acondicionado devolvido da construção. Assumindo que com o novo método esta é totalmente eliminada a percentagem de recuperação passará de 18,5% para 42,8%. Isto representa um ganho de cerca de 20 400€/ano e uma diminuição na geração de resíduos de tela metálica na ordem dos 2,4%.

No que toca a este aumento de recuperação, é ainda importante referir que este só é efetivo se os cortes forem colocados nas cassetes devidas, para irem de novo para a construção.

Perante isto, existirá sempre geração de resíduos, pelo que por esse motivo é ainda necessário encontrar alternativas mais favoráveis para a gestão desses resíduos, estudo que se apresenta no ponto que se segue.

### **6.1.2 Gestão dos resíduos de tela metálica**

Tal como indicado anteriormente, a empresa gestora para a qual se encontra a ser enviada a tela metálica é a Recauchutagem Nortenha, sendo que a sua entrega custa à Continental Mabor 76,5 €/t. Nesta, estes resíduos sofrem valorização energética, não existindo qualquer valorização material. Contudo, considerando a sua composição, anteriormente apresentada, a tela metálica poderia passar por uma valorização material.

Neste sentido, o grupo Continental criou uma máquina para separação da borracha do metal, presentes na tela metálica, para proceder à sua valorização material, vendendo de seguida o metal, e inserindo a borracha de novo no seu processo produtivo. Os primeiros protótipos da máquina surgiram em 2008, sendo que passou a estar em funcionamento em 2012.

A separação do metal da borracha ocorre pela interação entre correntes em rotação e um material específico que aumenta o atrito e contribui para a separação destes dois materiais no reator. A borracha é encapsulada pelo material de separação em partículas e posteriormente inserida de novo no processo produtivo. Neste momento, existe apenas uma máquina assim no grupo Continental, que se encontra numa das empresas europeias e pode receber a tela metálica das restantes empresas europeias para o seu processamento [28].

Ainda assim, foi feito um estudo de modo a verificar a existência de outras soluções para além desta máquina. Contudo, em Portugal, não foi possível encontrar qualquer empresa que fizesse valorização material deste resíduo.

Por esse motivo foram estudadas duas soluções, a primeira consiste em realizar uma estimativa relativamente aos custos e possível lucro em ter uma máquina, como a do processo descrito acima na Continental Mabor, aplicando vários cenários; a outra solução passaria por enviar a tela metálica para a empresa onde existe a máquina.

No que concerne à primeira solução estudada foi necessário recolher dados relativamente ao investimento da máquina, à cotação da eletricidade e da água, ao custo com recursos humanos, bem como ao crescimento anual previsto da cotação da eletricidade, água e salários. Também foi ainda verificado qual o preço atual de venda de metal processado e de borracha.

Por motivos de confidencialidade não é permitida a publicação dos valores usados para as cotações elétricas da Continental Mabor, nem a da água, bem como o salário considerado. Através da consulta do *website* Pordata foi obtida a taxa de crescimento do salário mínimo dos últimos dez anos, sendo de 2,92%, valor considerado para o estudo [29]. Através dos valores dos últimos anos de cotações obtidos pela câmara municipal de Famalicão verificou-se que a taxa de crescimento da cotação de água é de 2,26% [30]. Por fim, a taxa de crescimento da cotação da eletricidade foi obtida tendo em consideração os valores de cotações obtidos num artigo do *website* Poupa Melhor, referente aos preços da eletricidade, e publicado a 8 de abril de 2013, em que era estudada a variação do custo da eletricidade dos últimos 20 anos, embora para este estudo tenham apenas sido considerados os últimos cinco anos. Obteve-se assim uma taxa de crescimento de 3% anuais [31].

No que concerne ao custo de venda de metal e da borracha foram considerados os valores praticados pela Continental Mabor, em 2015, não sendo possível divulgar quais, devido à confidencialidade. Dado que estes materiais são subprodutos da Continental Mabor, a sua variação é muito mais inconstante, não sendo possível prever o aumento ou diminuição dos seus custos ao longo dos anos.

Relativamente à geração de resíduos, é necessário ter em conta o aumento produtivo, mas dado que cada vez que aumenta a quantidade de resíduos a Continental Mabor cria uma equipa de modo a combater este aumento, considerou-se que não existiria aumento da geração de resíduos ao longo dos anos.

Foram ainda considerados os valores de investimento necessários para a obtenção da máquina, bem como a capacidade de mesma.

Perante todos estes valores foram considerados três cenários, um com a quantidade atual de resíduos gerados na Continental Mabor, outro em que a Continental Mabor iria receber tela de outras empresas para obter uma taxa de ocupação da máquina de 50% e outro em que a taxa de ocupação da máquina seria de 100%.

Foi assim calculado o valor atual líquido (VAL), para avaliar a viabilidade de um projeto, e foi ainda calculada a taxa interna de retorno (TIR), uma vez que esta representa a rentabilidade gerada por um investimento.

O estudo foi realizado para 25 anos em todos os cenários. Contudo, em nenhum destes se verificou que seria viável ter uma máquina destas na Continental Mabor. Foi ainda considerado com o último cenário, ou seja, com a máquina a trabalhar à sua capacidade máxima anual, em quanto é que o valor da máquina teria que ser reduzido para gerar lucro. Embora esta seja uma tecnologia atual, e portanto passível de otimização, a elevada redução de valor relativamente ao investimento real, na ordem dos 62%, não parece ser viável, pelo menos a curto prazo (é de realçar que não são referidos quaisquer valores por motivos de confidencialidade imposta.)

Tais valores são passíveis de alteração considerando que entrou há pouco em vigor a liberalização do mercado da eletricidade. Contudo, ainda não é possível prever de que forma esta liberalização vai influenciar o valor da cotação da eletricidade, bem como o seu aumento da taxa anual. Ainda assim, de modo a se verificar como uma redução da taxa anual poderia influenciar os resultados foram testados com uma taxa de crescimento anual de a 1% e a 2%, não se tendo obtido impacto significativo.

De modo a tornar a aquisição de uma máquina assim viável seria necessário que a mesma fosse projetada para capacidade mais pequena, de modo a ser possível reduzir o seu investimento.

Considerando a segunda solução, ou seja, a de enviar a tela metálica para a empresa que têm a máquina, verifica-se que a empresa ao receber a tela metálica não cobra qualquer valor à Continental Mabor, sendo que ainda paga o transporte destes resíduos. Ou seja, enquanto atualmente a Continental Mabor paga 76,5 €/t passaria a enviar esse material para proceder à sua gestão a custo zero. Contudo, esta também não ganharia nada pela venda do metal e da borracha após a sua separação. Verifica-se que este processo ainda não se encontra em vigor na Continental Mabor, uma vez que o acondicionamento da tela tem que ser efetuado de forma muito criteriosa e cuidada, pelo que são necessárias criar as condições para que tal aconteça.

Ainda assim, perante as duas soluções estudadas constata-se que a melhor solução será a segunda, a de enviar a tela para a outra empresa do grupo Continental, resultando numa poupança de 76,5 €/t.

## **6.2 Pneus rejeitados**

A empresa gestora dos pneus rejeitados da Continental Mabor é a Recauchutagem Nortenha. Neste caso, estes pneus sofrem valorização energética; contudo, dada a composição, anteriormente apresentada, seria pertinente considerar, tendo em conta a Hierarquia da Gestão de Resíduos, uma valorização material.



Para isso foi realizado um estudo de modo a perceber quais as empresas que poderiam receber estes pneus para proceder à sua valorização material. Este estudo passou tanto por empresas nacionais como internacionais.

Após a realização de uma pesquisa sobre vários operadores de gestão de resíduos, foi realizada uma avaliação destes, considerando as tecnologias usadas e as que, perante o referido no capítulo 3.2.2, eram as mais adequadas. Assim foram contactadas oito empresas (via e-mail), três operadores de outros países, e cinco operadores Portugueses. No contacto efetuado nunca foi referido que o estudo era para a Continental Mabor, sendo que apenas foi referido que se tratava de um estudo académico para a realização da dissertação.

Este estudo apresentava como principal objetivo arranjar um operador que em termos de Hierarquia de Gestão de Resíduos se considera uma opção melhor que a valorização energética, usada pelo atual operador, e que em termos económicos fosse mais vantajoso para a Continental Mabor. Na Tabela 7 apresenta-se a lista de operadores contactados, bem como a resposta dada quanto à possibilidade de receber ou não os pneus.

**Tabela 7** - Empresas contactadas para gestão de pneus rejeitados

<b>Empresas</b>	<b>Local</b>	<b>Resposta</b>
<b>Biosafe</b>	Ovar	Recebe
<b>Biogoma</b>	Santarém	Recebe
<b>Recipneu</b>	Sines	Recebe
<b>Pneugreen</b>	Óbidos	Não respondeu
<b>Renascimento</b>	Santa Maria da Feira	Não respondeu
<b>Greentech innovation</b>	Itália	Não respondeu
<b>SAS Global</b>	Inglaterra	Não respondeu
<b>Crumb Rubber Ireland LTD</b>	Irlanda	Não respondeu

Verifica-se através da Tabela 7, que apenas três das oito empresas contactadas responderam, sabendo-se que têm licença para receção destes pneus. Foi então pedida às empresas cotação para a receção desses resíduos. Uma vez que nenhuma das empresas considerava a cotação com transporte, foram contactadas três empresas de transporte, tendo-se obtido cotação para uma delas. Neste pedido de cotação também nunca foi referida a empresa Continental.

Relativamente às empresas que responderam, é relevante que se conheça as tecnologias usadas. Assim, a Biosafe aplica a tecnologia de fragmentação mecânica, produzindo granulado de borracha que é utilizado para parques infantis, relvados sintéticos, pistas de atletismo, misturas betuminosas, calçado, áreas públicas [32]. No caso da Biogoma, esta também utiliza a trituração mecânica, obtendo assim o granulado

de borracha que é aplicado a jardinagem, pavimentos sintéticos, pavimentos desportivos, drenagem de água, superfícies de absorção de impacto [33]. Por último, a Recipneu aplica a tecnologia de fragmentação criogénica, sendo que o seu granulado de borracha pode ser aplicado em pavimentos rodoviários, enchimento para relvado sintético e pavimentos equestres [34].

Na Tabela 8 são apresentadas as cotações dadas pelas empresas, bem como as cotações de transporte, e por fim o custo por tonelada, tendo em conta a capacidade do camião.

**Tabela 8** - Cotação da gestão dos pneus rejeitados por três empresas e custo do transporte

<b>Empresas</b>	<b>Cotação (€/t)</b>	<b>Empresa transportadora</b>	<b>Cotação (€/transporte)</b>	<b>Quantidade transportada (t)</b>	<b>Custo (€/t)</b>	<b>Total (€/t)</b>
<b>Biosafe</b>	93	Transportes Matos	150	24	6,25	99,3
<b>Biogoma</b>	70	Transportes Matos	300	24	12,5	82,5
<b>Recipneu</b>	120	Transportes Matos	400	24	16,7	136,7

As cotações dos transportes foram obtidas tendo em conta as distâncias entre a Continental Mabor e as empresas gestoras.

Constata-se assim, através da Tabela 8, que em termos de custos para a empresa nenhuma das soluções é ideal, pois todas se verificam serem mais dispendiosas que a atual, de 76,5 €/t. Por outro lado, se verificarmos em termos de gestão, a melhor opção seria sempre uma das três empresas apresentadas, e neste caso a melhor opção seria a apresentada pela Biogoma, pois verifica-se ser aquela que apresenta a menor cotação.

Por outro lado, para a Continental uma valorização onde seja possível reduzir os custos existentes seria sempre mais vantajosa que a atual, ou a apresentada pela empresa Biogoma. Neste sentido, foram contactadas mais duas empresas, neste caso cimenteiras, que podem usar os pneus para a co- incineração/co-processamento. Contactou-se assim a Cimpor e a Secil, sendo que tanto uma empresa como outra pode receber os pneus. Não foi contudo possível obter as cotações para nenhuma destas, pois as mesmas só dariam as cotações quando se trata de uma proposta concreta realizada por uma empresa, e não apenas um estudo.

Neste momento, considerando os custos associados, a melhor opção é a que a empresa tem atualmente, embora fosse importante tentar perceber as cotações associadas às empresas Cimpor e Secil. É importante realçar que dado que as cotações foram pedidas para um estudo, por indicação da Continental Mabor, sem que houvesse qualquer referência à empresa, estas cotações podem ainda sofrer alterações segundo um pedido de cotação com valores concretos por parte da empresa, tendo em conta a quantidade de resíduos a enviar para valorização.



## 7. Conclusões

A problemática da gestão de resíduos apresenta cada vez maior importância para as empresas. Estas tentam encontrar alternativas para a redução de resíduos e, quando tal não se verifica viável, dão prioridade à valorização, em vez da eliminação.

Após a análise às quantidades de resíduos geradas, bem como o destino final e custos identificaram-se como resíduos mais críticos para a empresa Continental os pneus rejeitados e a tela metálica.

A tela metálica é identificada como resíduo em várias fases do processo, sendo o corte de tela metálica a fase que gera mais resíduos. Por outro lado, os pneus rejeitados são identificados como resíduos apenas no final do processo.

As principais causas de geração de resíduos de tela metálica são o “setup” e o “breaker” mal acondicionado devolvido da construção, tendo sido estas causas acompanhadas de modo a identificar medidas de melhoria de práticas e processos. Para além deste estudo de prevenção de resíduos, foi ainda realizado um estudo para possíveis alternativas de gestão dos resíduos produzidos. No que concerne aos pneus rejeitados, foi apenas realizado o estudo para alternativas de gestão dos seus resíduos.

Foi realizado um acompanhamento das equipas nas máquinas de corte, identificando-se as causas da geração de resíduos por “setup”, bem como as equipas que apresentavam maior geração de resíduos. Após o estudo do “setup” foi criado um plano de ações, contudo, a maioria das ações implicava investimento o que dificulta a sua implementação a curto prazo. As ações que podem ser implementadas de imediato foram uma criação de critérios para a definição da ordem de corte e uma atualização do método de trabalho. Com a aplicação destas duas ações verificou-se uma redução de resíduos gerados por “setup” de 12,5%. Tal representa uma redução da geração total de resíduos de tela metálica de 6%, representando cerca de 45 100 €/ano.

No que toca ao “breaker” mal acondicionado devolvido da construção, este na sua maioria é entregue apenas no final do turno. Considerando que o “breaker” deixa de ser devolvido mal acondicionado e de forma contínua ao longo do turno, estima-se que a recuperação passe de 18,5% para 42,8%. Tal representa uma redução da produção de resíduos de tela metálica de 2,4% o que resulta numa poupança de 20 400 €/ano.

No que concerne à gestão de resíduos de tela metálica, verifica-se que existem duas alternativas possíveis em termos de valorização material, a aquisição de uma máquina de separação da borracha do metal ou enviar a tela para outra empresa da Continental que já tem essa máquina. Relativamente à primeira opção, em virtude do custo do equipamento, tal não se verifica viável, mesmo considerando que se atingia

os 100% da capacidade da máquina. Por outro lado, relativamente à segunda opção, de enviar a tela para valorização, esta verifica-se viável, uma vez que a Continental Mabor envia a tela metálica sem qualquer custo associado, ao contrário dos 76,5 €/t que gasta neste momento para enviar a tela para uma empresa gestora.

No que toca aos pneus rejeitados, após o contacto com várias empresas foram obtidas respostas de três delas, bem como as cotações para a receção dos resíduos. Tendo em conta essas cotações, a empresa que apresentava um menor custo era a Biogoma, contudo, tal representa um aumento de custo de 6 €/t, considerando o custo atual, não sendo viável para a Continental Mabor a alteração. Foram então contactadas mais duas empresas, a Cimpor e a Secil, sendo que estas recebem os resíduos, embora não fosse possível obter as cotações.

Foram diversas as dificuldades e limitações encontradas durante a realização da dissertação. Relativamente à prevenção da geração de resíduos, essas dificuldades passaram por um tempo limitado para concretização do trabalho e a dificuldade em encontrar medidas de melhoria que não comprometessem o processo. Realça-se o facto da geração de resíduos na Continental Mabor já apresentar uma taxa muito baixa. Relativamente à gestão de resíduos, as dificuldades passaram por encontrar alternativas em Portugal para encaminhamento dos resíduos de tela metálica.



## 8. Trabalhos futuros

Neste capítulo são identificadas possíveis medidas para implementação em trabalhos futuros.

No que concerne à prevenção da geração de resíduos dever-se-ia implementar as restantes ações do plano, sendo extremamente importante aumentar o *stock* de material, de modo a que fosse possível aplicar os critérios da ordem de corte de forma mais rigorosa. Sendo possível aumentar a metragem dos rolos calandrados e das cassetes será possível reduzir o número de “setups” e assim reduzir a quantidade de resíduos gerados,

Relativamente à gestão de resíduos de tela metálica, era importante dimensionar uma máquina com capacidade inferior, a fim de se verificar se a sua implementação seria rentável.

Por outro lado, para os pneus rejeitados seria pertinente obter as respostas das restantes empresas, bem como as suas cotações para verificar se existem alternativas com custos inferiores, devendo os contactos ser feitos diretamente pela empresa, incluindo as referências aos quantitativos a encaminhar.

Dado o estudo da tipologia de resíduos existentes na Continental Mabor, bem como as quantidades geradas, seria importante encontrar medidas de melhoria para redução de outros resíduos, como a tela têxtil.

Uma vez que ainda são encaminhados resíduos para aterro, seria também pertinente fazer uma avaliação para encontrar possíveis alternativas para o seu destino final, permitindo atingir o encaminhamento de zero resíduos para aterro.

Todos estes estudos poderiam tornar possível melhorar ainda mais o desempenho ambiental da Continental Mabor e reduzir os custos associados à gestão dos resíduos.





## 9. Referências

- [1] P. Ferrão P. Ribeiro, and P. Silva, "A management system for end-of-life tyres: a Portuguese case study," *Waste Manag*, vol. 28, pp. 604-14, 2008.
- [2] José Miguel; Gonçalves Figueiredo, Ana; Limpor, Vitor; Martins, Paulo;, "Setor da Fabricação de artigos de Borracha," Instituto Nacional de Engenharia e Tecnologia Industrial, 2000.
- [3] *Decreto Lei nº 73/2011, 17 Junho*, Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território, 2011.
- [4] Saif Al-Qaydi, "Industrial solid waste disposal in Dubai, UAE: A study in economic geography," *Cities*, vol. 23, pp. 140-148, 2006.
- [5] Maria Rosa Geadas Lopes, "Contribuição para o desenvolvimento de uma estratégia integrada de gestão de resíduos industriais não perigosos," Mestrado, Faculdade de Ciências e Tecnologias - Departamento de Ciências e Engenharia do Ambiente, Universidade Nova de Lisboa, 2006.
- [6] X. Li, H. Xu, Y. Gao, and Y. Tao, "Comparison of end-of-life tire treatment technologies: a Chinese case study," *Waste Manag*, vol. 30, pp. 2235-46, Nov 2010.
- [7] *Decreto-Lei Nº 183\_2009- 10 Agosto*, Ministérios do Ambiente do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional, 2009.
- [8] *Decreto Lei nº 111/2001, 6 Abril*, Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território, 2001.
- [9] *Decreto Lei nº 43/2004, 2 Março*, Ministério das Cidades, Ordenamento do Território e Ambiente, 2004.
- [10] M. Sienkiewicz, J. Kucinska-Lipka, H. Janik, and A. Balas, "Progress in used tyres management in the European Union: a review," *Waste Manag*, vol. 32, pp. 1742-51, Oct 2012.
- [11] Continental. (2015, 25 Fevereiro). *Continental AG*. Available: [http://www.continental-corporation.com/www/portal\\_com\\_en/](http://www.continental-corporation.com/www/portal_com_en/)
- [12] Rui Azevedo, "Quadro Sinóptico Geral de Fabrico e Controlo," ed, 2014.
- [13] "Anual Report Bridgestone," Bridgestone2014.
- [14] "Anual Report Pirelli," Pirelli2014.
- [15] "Anual Report Goodyear," Goodyear2013.
- [16] "Anual Report Goodyear," Goodyear2014.
- [17] "Anual Report Michelin," Michelin2013.
- [18] "Anual Report Michelin," Michelin2014.
- [19] "Anual Report Continental AG," Continental AG2013.
- [20] "Anual Report Continental," Continental2014.

- [21] H. Keith; Clark Brewer, Samuel K.; Grent, Alan N.; Gingo, Joe M.; Herman, Clarence; Hochsehwender, J. Michael; Stephens, D. Richard; Walter, Joseph D., "Pneumatic Tire," National Highway Traffic Safety Administration, Ed., ed, 2006, pp. 670 - 693.
- [22] Recauchutagem Nortenha S.A. (2015, 24 junho). *Nortenha*. Available: <http://www.recnor.pt/nortenha.php?id=3>
- [23] APA. (2015, 28 Fevereiro). *Agência Portuguesa do Ambiente*. Available: <http://www.apambiente.pt/index.php?ref=16&subref=84>
- [24] *Portaria nº 209/2004*, Ministério da Economia, da Agricultura, Desenvolvimento Rural e Pescas, da Saúde e das Cidades, Ordenamento do Território e Ambiente, 2004.
- [25] Sandra; Ribeiro, "Protocolo interno da Continental Mabor sobre: Gestão de Resíduos Industriais," ed, 2014.
- [26] Sandra Ribeiro, "Protocolo interno da Continental Mabor sobre: Identificação, Recolha e Acondicionamento de Resíduos," ed, 2014.
- [27] Sandra; Ribeiro, "Protocolo Interno da Continental Mabor sobre: Registo e Transporte de Resíduos," ed, 2014.
- [28] Martin; Theusner, "Método de separação de borracha não vulcanizada da tela metálica," Alemanha Patent, 2012.
- [29] Pordata. (2015, 3 junho). *Pordata - Base dados de Portugal contemporâneo*. Available: <http://www.pordata.pt/Portugal/Sal%C3%A1rio+m%C3%ADnimo+nacional-74>
- [30] Câmara Municipal Vila Nova Famalicão. (2015, 3 junho). *Vila Nova Famalicão Câmara Municipal*. Available: [http://www.cm-vnfamalicao.pt/regulamento\\_e\\_tarifario\\_do\\_abastecimento\\_de\\_agua](http://www.cm-vnfamalicao.pt/regulamento_e_tarifario_do_abastecimento_de_agua)
- [31] Poupa Melhor. (2015, 5 junho). *Preços electricidade*. Available: <http://www.poupamelhor.com/noticias/precos-da-electricidade-2001-2013/>
- [32] Biosafe Indústria Reciclagens. (2015, 23 junho). *Biosafe*. Available: <http://www.biosafe.pt/pt>
- [33] Biogoma Sociedade de Reciclagem de Pneus. (2015, 24 junho). *Biogoma*. Available: <http://www.biogoma.pt/>
- [34] Recipneu Empresa Nacional de Reciclagem de Pneus. (2015, 24 junho). *Recipneu*. Available: <http://www.recipneu.com/default.aspx?lang=1>

## Anexo A – Plano de ações para a redução da geração de resíduos nas máquinas de corte de tela metálica

Na tabela A1 é apresentado o plano de ações onde são indicadas as ações bem como as datas e os seus resultados ou observações sobre as mesmas. Embora a cada ação estejam datas associadas, estas são passíveis de alteração, se surgirem alguns imprevistos no processo produtivo da empresa.

**Tabela A1** - Plano de ações

Número	Ações	Data	Resultado/Observações
1	Avaliar a possibilidade de se cortar os tecidos metálicos de forma a facilitar o corte nas máquinas de corte.	16-04-2015	Não é possível devido às condições técnicas da máquina.
2	Avaliar a possibilidade de se enrolar o tecido metálico na calandra noutro tipo de caneleiras. Verificar as implicações em termos de armazenamento dos rolos, enrolamento e corte.	30-06-2015	Foi efetuado teste sem problemas a reportar. Falta verificar implicações no armazenamento.
3	Avaliar a possibilidade de se colocar mais metragem de material nos rolos. Verificar as implicações em termos de armazenamento dos rolos, enrolamento e corte.	30-04-2015	Por limitação do local de armazenamento dos rolos calandrados não é viável.
4	Maximizar a largura dos tecidos metálicos.	30-06-2015	
5	Definir o método de programação da ordem de corte otimizado.	30-06-2015	Fazer cenários alterando as prioridades da ordem do corte. Fazer exercício para várias listas de necessidades.

**Tabela A1** - Plano de ações (*continuação*)

Número	Ações	Data	Resultado/Observações
6	Avaliar a alteração da dimensão da sobreposição das emendas dos rolos calandrados.	30-04-2015	Teste não tem impacto na geração de resíduos, pois os operadores abrem sempre a emenda de modo a aproveitar ao máximo o material.
7	Operacionalizar sistemas existentes que se encontram desativados.	31-05-2015	
8	Implementação de sistemas de deteção de falhas da F05 às restantes máquinas de corte.	30-06-2015	Depende dos resultados de outra equipa de engenheiros que está a desenvolver este projeto, em específico.
9	Implementar o novo sistema de enrolamento.	30-09-2015	Depende dos resultados de outra equipa de engenheiros que está a desenvolver este projeto, em específico
10	Avaliar o melhor método de set-up (por operador.	31-08-2015	
11	Verificar sistema de ajuste das máquinas.	30-06-2015	
12	Fazer manutenção estrutural a sistemas das máquinas (F01 à F04).	31-05-2015	
13	Avaliar a possibilidade de se alterar o sistema da colocação de tiras de borracha.	31-05-2015	
14	Criar rotina de paragens das máquinas de corte de tela metálica.	31-08-2015	

## **Anexo B – Excertos do método de trabalho elaborado para a máquina de corte de tela metálica (F03)**

Na tabela B1 são apresentados excertos do método de trabalho criado de modo a que este fosse uniforme a todas as equipas e com atualização relativamente a medidas para redução dos resíduos gerados. A totalidade do método não foi possível publicar por motivos de confidencialidade.

**Tabela B1 - Método de trabalho**

<b>Operações a realizar</b>
<b>1. Início do turno</b>
1.1. Realizar todas as verificações à máquina e ao material.
<b>2. Planear os artigos a cortar no turno</b>
2.1. Continuar a programação do turno anterior até o supervisor entregar a nova programação.
2.2. Receber do supervisor o planeamento para o turno.
2.3. Verificar com o supervisor quais as medidas que deve cortar e qual a ordem que deve seguir.
<b>3. Corte do tecido metálico</b>
3.1. Colocar as cassetes vazias na estação de enrolamento.
3.2. Colocar a máquina em funcionamento.
3.3. Verificar que a máquina está a funcionar em conformidade com o necessário.
3.4. Realizar todas as medições de autocontrolo necessárias.
3.5. Verificar durante todo o corte da medida se o material se encontra conforme.
3.6. Quando as cassetes estiverem cheias, cortar o material e retirar as cassetes.
3.7. Proceder ao parqueamento das cassetes.
<b>4. Mudança de bobines de tiras de borracha</b>
4.1. Realizar as medições necessárias.
4.2. Realizar a emenda de acordo com as especificações e realizá-la no local indicado para a mesma.
<b>5. Mudança de medida (“SETUP”)</b>
5.1. Mudança de rolo de tecido calandrado: 5.1.1. Preparar o rolo.

**Tabela B1** - Método de trabalho (*continuação*)

<b>Operações a realizar</b>	
5.1.2.	Verificar sempre que a emenda entre os dois rolos fica bem feita.
5.1.3.	Após o corte na guilhotina, abrir sempre a emenda e aproveitar todo o material possível, desde que se encontre dentro das especificações.
5.1.4.	Quando há mudança do tipo de material: <ul style="list-style-type: none"><li>• Após o “Setup”, o material que pertencer ao rolo que terminou, ou seja, da medida anterior, mas que esteja com as especificações da nova medida deve ser colocado à frente do material do novo rolo. Assim, este pode ser usado para os ajustes necessários realizar ao longo da máquina.</li></ul>
5.2.	Mudança de ângulo:
5.2.1.	Realizar o ajuste do ângulo, fazer o corte manual o mais pequeno possível.
5.2.2.	Proceder aos ajustes necessários ao longo da máquina.
5.2.3.	Retirar as cassetes quando a nova medida chegar à estação de enrolamento.
5.3.	Mudança de largura:
5.3.1.	Proceder aos ajustes necessários ao longo da máquina.
5.3.2.	Quando o material chegar à estação de enrolamento retirar as cassetes.
<b>6. No final do turno</b>	
6.1.	Deixar a máquina nas melhores condições possíveis e organizada.